ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI DI ELETTRONICA - RADIO - OM - 27 MHz

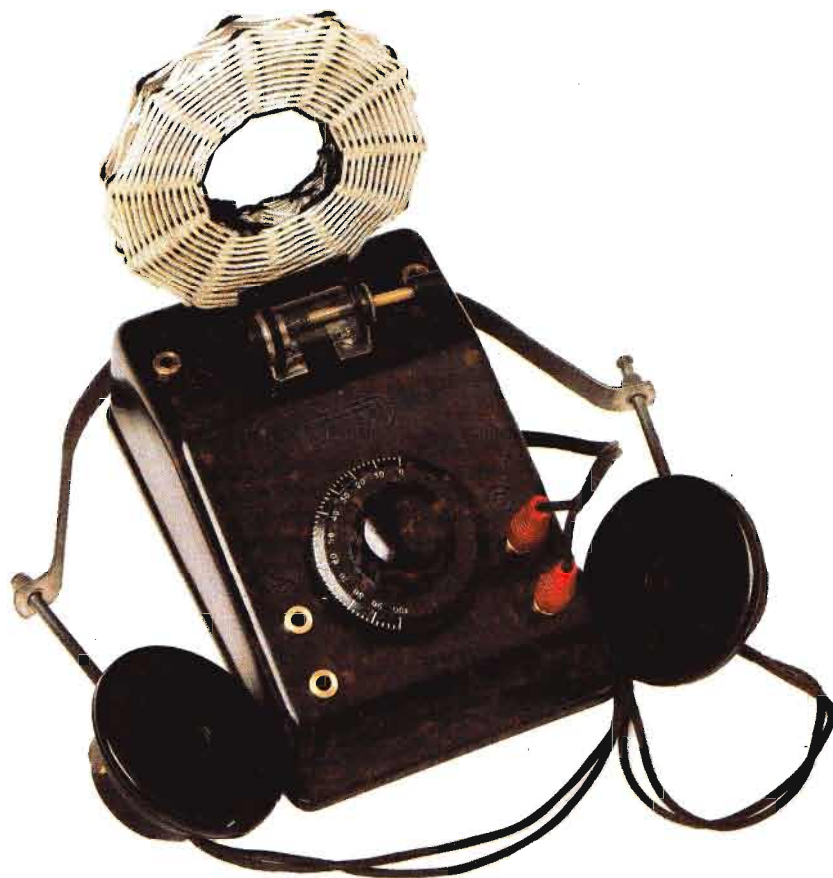
PERIODICO MENSILE - SPED. IN ABB. POST. GR. 3°/70 - ANNO XXI - N. 3 - MARZO 1992

ED. ELETTRONICA PRATICA - VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO - TEL. 02/6697945

L. 5.000

PRIMI PASSI

INTEGRATI OPERAZIONALI BIFET

OPTOCOMANDO A CELLULA SOLARE

VECCHIA RADIO A GALENA

STRUMENTI DI MISURA

MULTIMETRO DIGITALE
MOD. TS 280 D - L. 132.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate - Visualizzatore cristallo liquido a 3½ cifre altezza mm 12,5 montato su elastomeri - Integrati montati su zoccoli professionali - Batteria 9 V - Autonomia 1000 ore per il tipo zinco carbone, 2000 ore per la batteria alcalina - Indicatore automatico di batteria scarica quando rimane una autonomia inferiore al 10% - Fusibile di protezione - Bassa portata ohmmetrica (20 Ω) - 10 A misura diretta in D.C. e A.C. - Cicalino per la misura della continuità e prova diodi - Boccole antinfortunistiche - Dimensione mm 170 x 87 x 42 - Peso Kg 0,343

PORTATE

VOLT D.C	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 750 V
OHM	=	20 Ω - 200 Ω - 2 KΩ - 20 KΩ - 200 KΩ - 2 MΩ - 20 MΩ
AMP. D. C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A
AMP. A.C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e distinta dei componenti - Puntali antinfortunistici - Coccodrilli isolati da avvitare sui puntali.

TESTER ANALOGICO
MOD. TS 260 - L. 62.000

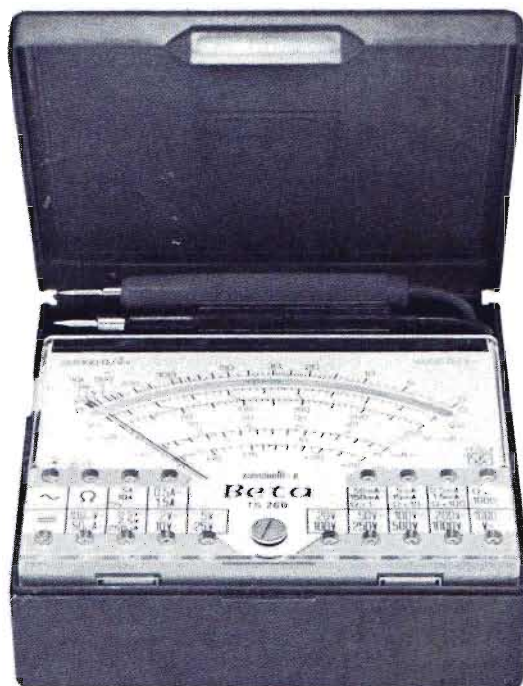
CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate

Sensibilità	:	20.000 Ω/V D.C. - 4.000 Ω/V A.C.
Dimensioni	:	mm 103 x 103 x 38
Peso	:	Kg 0,250
Scala	:	mm 95
Pile	:	2 elementi da 1,5 V

2 Fusibili
Spinotti speciali contro le errate inserzioni

PORTATE

VOLT D.C	=	100 m V - 0,5 V - 2 V - 5 V - 20 V - 50 V - 100 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	2,5 V - 10 V - 25 V - 100 V - 250 V - 500 V - 1000 V
OHM	=	Ω x 1 - Ω x 10 - Ω x 100 - Ω x 1000
AMP. D.C.	=	50 μA - 500 μA - 5 mA - 50 mA - 0,5 A - 5 A
AMP. A.C.	=	250 μA - 1,5 mA - 15 mA - 150 mA - 1,5 A - 10 A
CAPACITÀ	=	0 ÷ 50 μF - 0 ÷ 500 μF (con batteria interna)
dB	=	22 dB - 30 dB - 42 dB - 50 dB - 56 dB- 62 dB

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e parti accessorie - Puntali

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

ARGOMENTI PER TUTTI

Il maggior pregio che, a nostro avviso, deve caratterizzare una pubblicazione tecnica, consiste nel premiare le attese di tutti i lettori, indistintamente, quelli nuovi e gli abituali, giovani ed adulti, più o meno preparati in questa avvincente disciplina. Nel senso che, a beneficio di ciascuna categoria di appassionati, ogni mese, sulle pagine del periodico, deve comparire almeno un argomento di interesse personale. Come accade, ad esempio, in questo fascicolo in cui, a chi inizia lo studio della radiotecnica, si consiglia di leggere l'articolo, in primo luogo didattico, ma secondariamente di storia, concernente i primordi della radio, quando, con il ricevitore a galena, attraverso la cuffia, si ascoltavano voci e suoni provenienti dallo spazio. Mentre per coloro che già hanno mosso i primi passi nel mondo dell'elettronica, si suggerisce la realizzazione di un originale fotocomando automatico, pilotato da cellula solare. Infine, chi è dotato di particolare esperienza, può mettere alla prova le proprie capacità, costruendo due circuiti oscillatori, che fanno lavorare i quarzi in overtone. Ma queste sono soltanto alcune segnalazioni o elementi di guida a chi si accinge a scorrere le pagine dell'opuscolo. Che non esauriscono certamente l'intero contenuto editoriale in cui si articola un programma di sicuro valore tecnico, di orientamento educativo, che continua a riscuotere consensi e lodi da chi ci segue con viva partecipazione.

NORME DI ABBONAMENTO

Quote valevoli per tutto il 1992

PER L'ITALIA L. 50.000

PER L'ESTERO L. 60.000

La durata dell'abbonamento è annuale, con decorrenza da qualsiasi mese.

Per sottoscrivere un nuovo abbonamento, o rinnovare quello scaduto, basta inviare l'importo a:

ELETTRONICA PRATICA

VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO

servendosi di vaglia postale, assegno bancario o circolare, oppure tramite c.c.p. N. 916205. Si prega di scrivere con la massima chiarezza, possibilmente in stampatello, citando con grande precisione: cognome, nome, indirizzo e data di decorrenza dell'abbonamento.

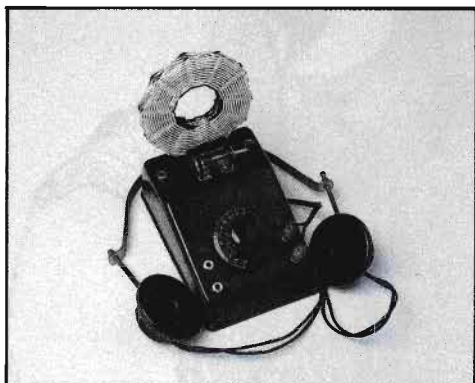
ABBONARSI: significa acquisire il diritto a ricevere in casa propria, tramite i servizi postali di Stato, tutti i fascicoli mensili editi nel corso dell'anno.

ABBONARSI: vuol dire risparmiare sulla corrispondente spesa d'acquisto del periodico in edicola. Soprattutto perché si blocca il prezzo iniziale di copertina nel tempo di dodici mesi.

È possibile sottoscrivere l'abbonamento o rinnovare quello scaduto direttamente presso la nostra sede:

ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - TEL. 6697945

ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE DI ELETTRONICA - ANNO 21 - N. 3 MARZO 1992

LA COPERTINA - Propone l'immagine del vecchio, glorioso radioricevitore a cristallo di galena, che gli appassionati dell'ascolto di messaggi via etere montavano una settantina d'anni fa. Ma il cui funzionamento è identico a quello del più moderno circuito ricevente a diodo di germanio.

editrice
ELETTRONICA PRATICA

direttore responsabile
ZEFFERINO DE SANCTIS

disegno tecnico
CORRADO EUGENIO

stampa
TIMEC
ALBAIRATE - MILANO

Distributore esclusivo per l'Italia:
A.&G. Marco - Via Fortezza n. 27 - 20126 Milano tel. 25261 autorizzazione Tribunale Civile di Milano - N. 74 del 29-12-1972 - pubblicità inferiore al 25%.

UNA COPIA	L. 5.000
ARRETRATO	L. 5.000

I FASCICOLI ARRETRATI DEBBONO ESSERE RICHIESTI ESCLUSIVAMENTE A:
ELETTRONICA PRATICA
Via Zuretti, 52 - 20125 MILANO

DIREZIONE - AMMINISTRAZIONE - PUBBLICITÀ - VIA ZURETTI 52 - 20125 MILANO

Sommario

20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - Telefono (02) 6697945

VECCHIA RADIO A GALENA

Tutto quanto è pubblicato in queste pagine risponde ai quesiti di coloro che desiderano iniziarsi alla tecnica degli apparecchi radio, ma ripropone anche la lettura di un brano di storia gloriosa della radiofonia dei primi anni del secolo.

La radio a galena, oggi, rappresenta uno strumento didattico, conservato nelle bacheche delle aule scolastiche, e in quelle di musei di scienza e tecnica, come oggetto di studio o di curiosità. Perché questo primordiale ricevitore, giustamente insediatosi nella storia delle comunicazioni via etere, ricorda una delle più importanti tappe della radiotecnica. Dunque, coloro che, in un primo momento, troppo affrettatamente, volessero qualificare l'argomento qui svolto una nostalgica rievocazione del passato, vanamente celebrata sulle pagine di una moderna rivista di elettronica, dimenticherebbero, ingiustamente, l'indiscutibile diritto, di migliaia di studenti e semplici appassionati, di sapere in che modo era concepita questa radio di una set-

Com'era concepita, come funzionava, la vecchia radio a cristallo di galena?

Uno dei capitoli basilari della storia della radiotecnica viene qui brevemente rievocato.

Pur essendo trascorsi più di settant'anni, il circuito di quel vetusto radioricevitore appare ancora attuale.

tantina di anni fa. Anche se a nessuno verrebbe ora in mente di costruirla, mentre tanti, molti lettori vogliono conoscerne la composizione circuitale ed il funzionamento attraverso le nostre chiare esposizioni mensili. Ecco perché le prime pagine, del presente fascicolo, sono occupate dalla pubblicazione di un capitolo concernente quelle nozioni di radiofonia che i nostri nonni e padri hanno copiosamente assimilate e che, in buona parte, sono tuttora attuali.

RICEVITORE A GALENA

Un po' di delusione, forse subentrerà in chi ci legge nell'osservare che lo schema elettrico di figura 1, che identifica il circuito del ricevitore a galena, è perfettamente uguale a quello che questa rivista ha proposto, su pubblicazioni precedenti, ai lettori principianti, come iniziale esercizio costruttivo, con il nome di apparato radioricevente a diodo di germanio. Perché nul-

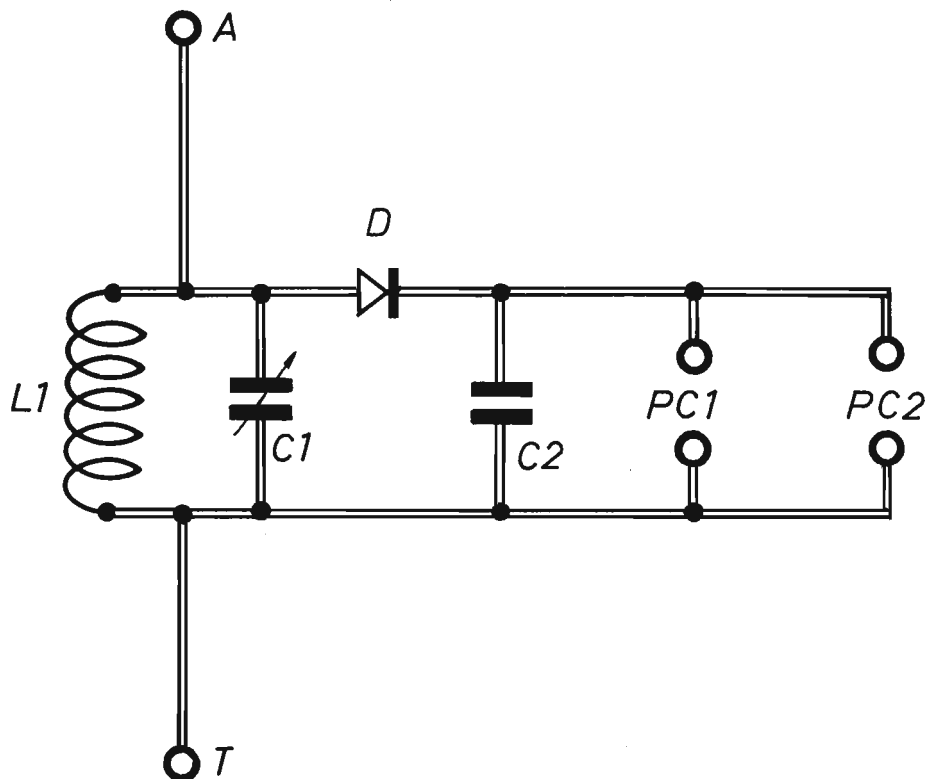



Fig. 1 - Circuito elettrico del più elementare radioricevitore con rivelazione a cristallo di galena. I valori assegnati ai diversi componenti sono quelli di un tempo, attualmente non più utilizzati nel ricevitore a diodo di germanio.

COMPONENTI

C1 = 365 pF (variabile a mica)
C2 = 1.000 pF ÷ 5.000 pF
D = detector a galena
L1 = bobina a nido d'api
PC1-PC2 = prese per cuffie
A = presa d'antenna
B = presa di terra

la è cambiato sotto l'aspetto teorico, mentre almeno quattro componenti hanno seguito l'evoluzione tecnologica dei tempi, assumendo aspetti esteriori molti diversi dai modelli attuali e non essendo più commercializzati. Tali elementi sono il diodo D, la bobina L1, la cuffia ed il condensatore variabile C1. Ebbene, su questi particolari componenti ci soffermeremo, molto dettagliatamente, nel corso dell'articolo, non prima di aver ricordato, sia pure a grandi linee, il comportamento elettrico del circuito di figura 1. Nel quale la discesa dell'antenna va inserita nella boccola A, il conduttore di terra sulla presa T e una o due cuffie sulle prese contrassegnate con le sigle PC1 - PC2, indicative di "Presa Cuffia 1" e "Presa Cuffia 2".
Certamente, una buona parte di appassionati di elettronica conosce o intuisce facilmente il funzionamento del circuito di figura 1. Alcuni principianti, tuttavia, ritengono di non aver ancora assimilato il concetto di trasformazione delle onde radio, vaganti nello spazio, in voci e suoni

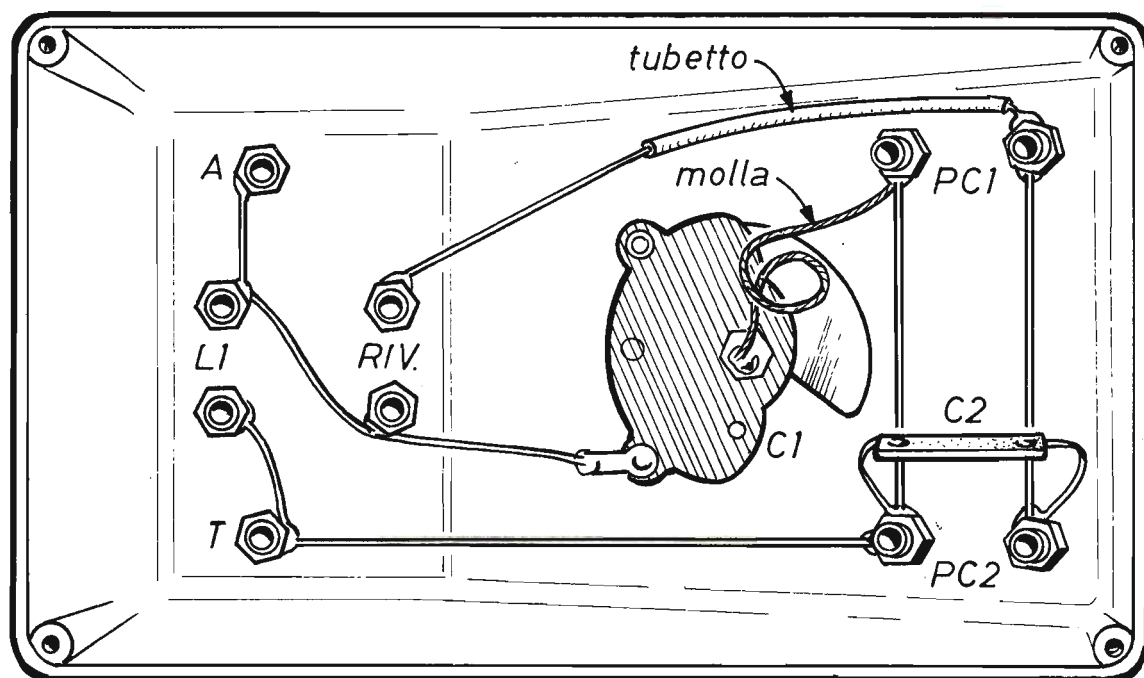



Fig. 2 - Cablaggio dell'apparecchio radio a cristallo di galena. Si noti il modello assai vecchio di condensatore variabile con isolamento a foglietti sottili di mica. Anche il condensatore antirumori, collegato in parallelo con le cuffie, è di vecchio tipo e non più reperibile in commercio.

attraverso un trasduttore acustico. Soltanto per costoro, dunque, ci soffermeremo brevemente su questa parte teorica della radiotecnica scolastica, rinviando gli altri ai capitoli successivi. Anche se una rapida scorsa di quanto già appreso può rappresentare un utile esercizio di memoria per molti.

FUNZIONAMENTO DELLA RADIO

L'antenna, di qualsiasi tipo essa sia, convoglia, sul circuito di sintonia della radio, una vasta quantità di segnali elettrici, generati dalle onde presenti nel luogo in cui si effettua l'ascolto. E questi segnali aumentano di intensità quando, sulla boccola T, viene inserito un conduttore di terra, che può essere rappresentato da un filo di rame, di un certo spessore, collegato al rubinetto dell'acqua, ad una qualsiasi tubatura di questa, alla rete metallica del letto o a quella di recinzione di un appezzamento di terreno.
Il circuito di sintonia, già menzionato, è composto dalla bobina L1 e dal condensatore variabile C1. Questo impedisce che tutti i segnali captati dall'antenna possano entrare nella radio, privilegiando l'ingresso di quello la cui frequenza è pari alla frequenza di risonanza del circuito di sintonia, che prende pure il nome di circuito accordato e nel quale la bobina L1 mantiene costanti le sue caratteristiche radioelettriche, mentre il condensatore variabile C1, a seconda della regolazione attuata dall'operatore sul suo perno di comando, muta il valore capacitivo. Pertanto, al variare di questa grandezza, cambia la cosiddetta frequenza di risonanza del circuito

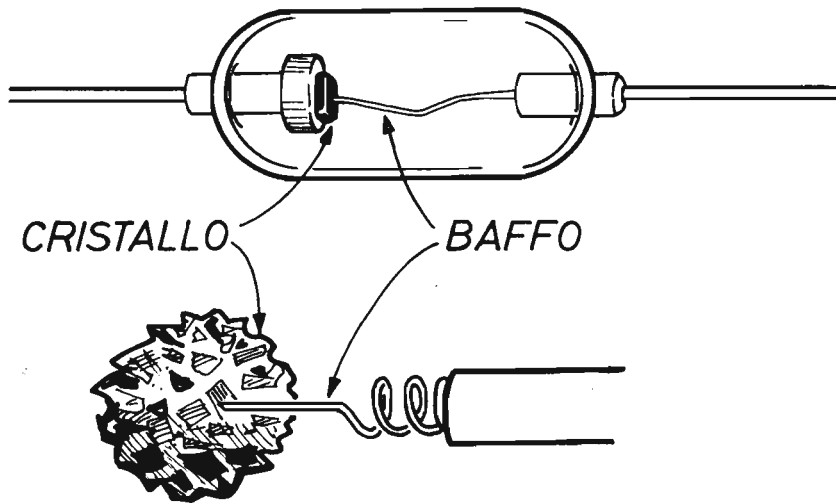



Fig. 3 - Teoricamente, il detector a cristallo di galena è composto da una piccola ampolla di vetro contenente, da una parte, il minerale di piombo, dall'altra la spiralina di contatto terminante con una punta chiamata "baffo".

accordato e cambia pure il tipo di segnale radio ricevuto. Ma questo è composto da due principali tipi di segnali diversi, quello che si identifica con i messaggi inviati nello spazio e l'altro che funge da veicolo del primo e che ora, esaurito il suo compito, può essere eliminato.
Il diodo D, che allo stato attuale della tecnica è rappresentato da un semiconduttore al germanio, un tempo poteva essere un pezzetto di carborundum, che è un composto artificiale di carbonio o silicio, oppure una piccola quantità di galena, che è il principale minerale di piombo. A questo è affidato il compito di realizzare il processo di rivelazione, che consiste nell'arrestare il corso del segnale ad alta frequenza, ovvero del segnale di trasporto e di lasciar passare, inviandolo al trasduttore acustico, cioè alla cuffia, quello di bassa frequenza che si vuol trasformare in suono.
Il condensatore C2 impedisce che alla cuffia possano pervenire segnali disturbatori presenti a valle del diodo D, provvedendo ad inviarli a terra.
La cuffia, per la quale attualmente si utilizzano modelli piezoelettrici, nella radio a galena era di tipo elettromagnetico, ma di ciò si parlerà più avanti.

CABLAGGIO DELLA RADIO

Il modello di radioricevitore illustrato nelle prime pagine del presente articolo, è caratterizzato, nella sua parte interna, dal tipo di cablaggio pubblicato in figura 2. Pochi fili conduttori, di rame nudo, collegano tra loro le boccole ed il terminale del condensatore variabile C1 che rimane in contatto elettrico con le lamine fisse del componente. L'altro terminale di C1, che fa capo al corpo rotante, è collegato al circuito di massa T per mezzo di un conduttore di rame a trecciola flessibile, che funge da molla ed evita l'interruzione elettrica tra le parti che, sicuramente si verificherebbe a lungo andare, durante le manovre sul perno di C1, qualora il conduttore fosse rappresentato da uno spezzone di filo rigido. I terminali dei conduttori possono essere saldati a stagno sui diversi elementi, ma i collegamenti possono effettuarsi anche con il sistema ad anello, avvolgendo in questo modo i terminali e stringendoli poi sulle boccole con i relativi dadi.
La coppia di prese per cuffia PC1 e PC2 sono applicate in parallelo. È ovvio quindi che l'ascolto con una singola cuffia è più forte di quello effettuato da due radioascoltatori contempo-

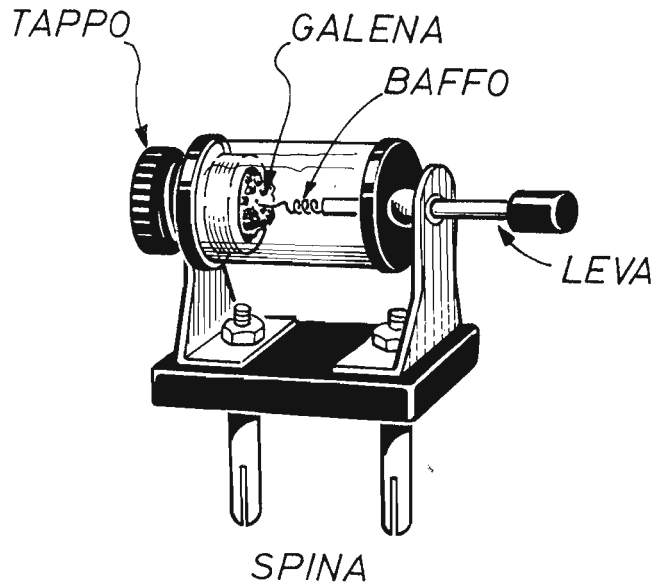



Fig. 4 - Il cristallo di galena, nel detector, è inserito in una capsula metallica chiusa con un tappo a vite. La leva che pilota dall'esterno il "baffo" può essere manovrata con movimenti sferoidali.

raneamente. Ma in ogni caso si debbono utilizzare modelli con impedenza minima di 300 ohm e massima di 4.000 ohm.
L'impiego del ricevitore a cristallo di galena si realizza collegando sulla presa di antenna un conduttore di tipo filare, ottenuto con trecciola di rame della lunghezza di cinque o dieci metri ed applicando sulla boccola di terra un condut-

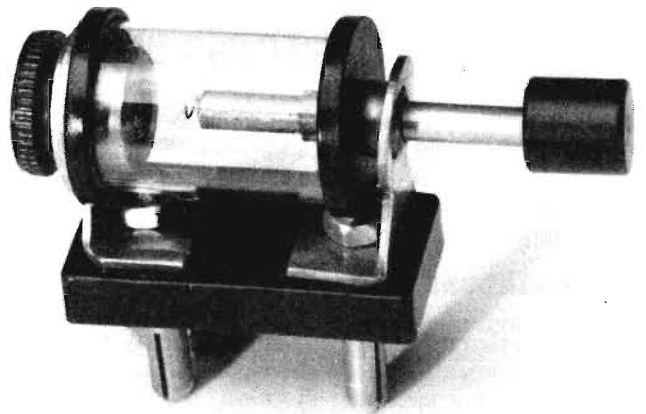



Fig. 5 - Questa foto riproduce il detector originale montato sul ricevitore descritto nel testo e raffigurato nelle prime pagine del presente articolo.

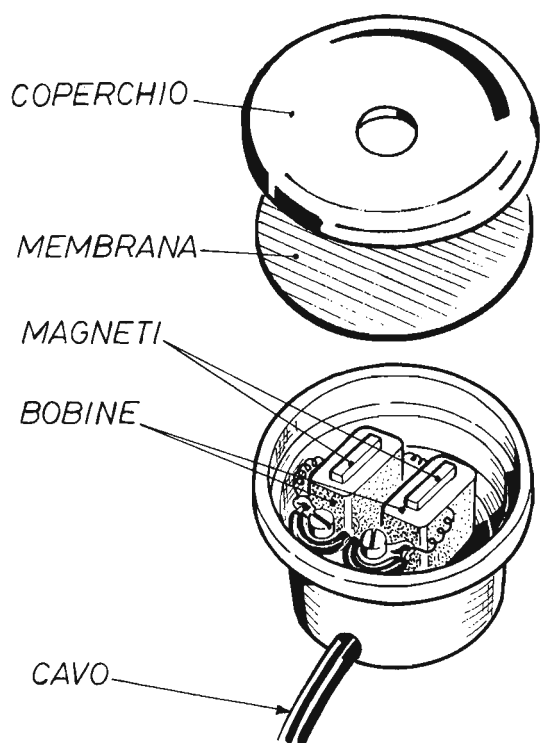



Fig. 6 - Internamente a ciascun auricolare della cuffia sono contenuti due elettromagneti, formati da altrettante piccole calamite con bobinette avvolte su queste. Fra il disco di chiusura e la capsula di bachelite, rimane inserita la membrana metallica oscillante.

tore di rame, di uno spessore non inferiore al millimetro ed avvolto, all'altra estremità, su un rubinetto dell'acqua.
Quindi si agisce sulla levetta del rivelatore in modo da individuare un punto che favorisce il miglior ascolto, ovviamente dopo aver sintonizzato una emittente radiofonica tramite il condensatore variabile C1 e ricordando che la scarsissima selettività del circuito non consente la ricezione di più segnali radio, dato che quello di maggior potenza occupa da solo la maggior parte della corsa delle lamine mobili del variabile.

IL RIVELATORE

Una volta descritto il funzionamento del circuito del ricevitore a cristallo di galena di figura 1 ed analizzato il cablaggio di questo pubblicato in figura 2, possiamo ora soffermarci su quei componenti che, un tempo, in questo vetusto modello di radioricevitore, sostituivano l'attuale diodo al germanio, la cuffia piezoelettrica e la bobina di sintonia, lasciando poco spazio invece al condensatore variabile, la cui composizione meccanica non si discosta di molto da quella odierna.
Cominciamo dunque con lo stadio rivelatore, che nel ricevitore a galena è rappresentato dal detector riprodotto parzialmente in figura 3 e integralmente in figura 4. Anche se vogliamo appena ricordare che, nella storia della radio, questo tipo di rivelatore fu preceduto dal famoso COHERER, costituito da un tubetto di vetro contenente una certa quantità di limatura metallica, generalmente di ferro, chiuso alle estremità da due tappi metallici, facenti capo a due reofori. La resistenza di questo apparecchio era assai elevata, a causa dei cattivi contatti che le varie particelle componenti la limatura formavano una con l'altra. Quando però una differenza di potenziale a radiofrequenza veniva applicata ai due reofori, le particelle si orientavano, diminuendo assai la resistenza del sistema, che

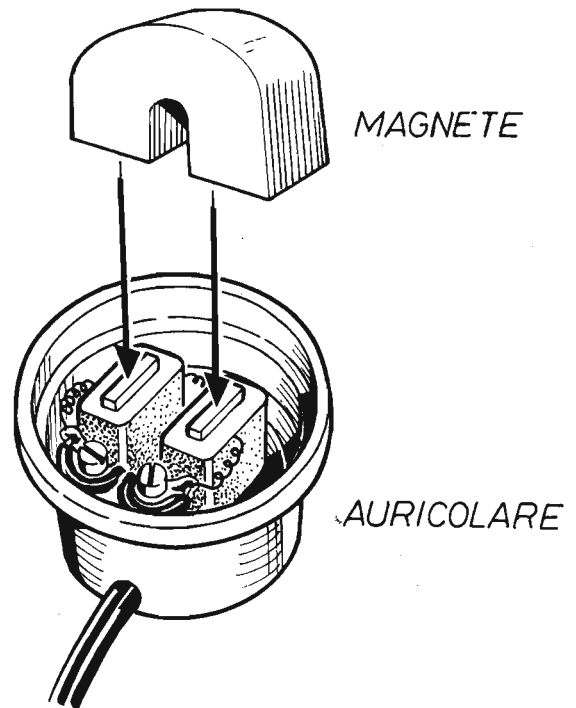



Fig. 7 - Il disegno qui pubblicato interpreta l'operazione di ricarica magnetica delle due polarità dell'auricolare.

raggiungeva un valore pressoché nullo, conservando tale caratteristica finché un leggero urto non provocava il ritorno alle primitive condizioni.
Riprendiamo ora, dopo aver chiuso la parentesi sul coherer, che il detector, montato sulla radio a galena è rappresentato da un piccolo apparecchio, quello riprodotto in figura 5, composto da un contenitore del cristallo di galena, a sinistra, e da un conduttore mobile, manovrabile dall'esterno e terminante con una spiralina, in gergo chiamata BAFFO, a destra.
Attraverso conduttori metallici, sia il cristallo di galena come il baffo, restano in contatto elettrico con due spinotti sottostanti, che assimilano il componente ad una comune spina.
Prima di descrivere il funzionamento e l'impiego del detector, che costituisce una denominazione inglese del termine "rivelatore", ma che deriva dal latino "detector" dal significato di "scopritore", vogliamo dire che cosa si intende per cristallo di galena.
In mineralogia, questo elemento rappresenta il principale minerale di piombo e, tra i minerali metallici, uno dei più comuni ed abbondanti. Si tratta, in pratica di un solfuro di piombo, dalla sigla chimica PbS, non di rado argentifero, di lucentezza metallica viva, color grigio piombo chiaro, brillante sulla frattura fresca. In radiotecnica veniva usato quale rivelatore di segnali a contatto leggero.
Come si può notare nello schema costruttivo di figura 4, il cristallo appare fissato in una capsula di metallo chiusa con un TAPPO. Sulla galena appoggia il BAFFO che, manovrato dall'esterno, cerca le zone ed i punti del cristallo che maggiormente favoriscono il fenomeno della rivelazione dei segnali radio.
La punta del baffo va di tanto in tanto tagliata, onde eliminare l'ossido formatosi col passare del tempo, anche se il contenitore di vetro del detector protegge in parte il cristallo ed il baffo dagli agenti atmosferici ambientali.
La descrizione del detector si conclude qui, es-

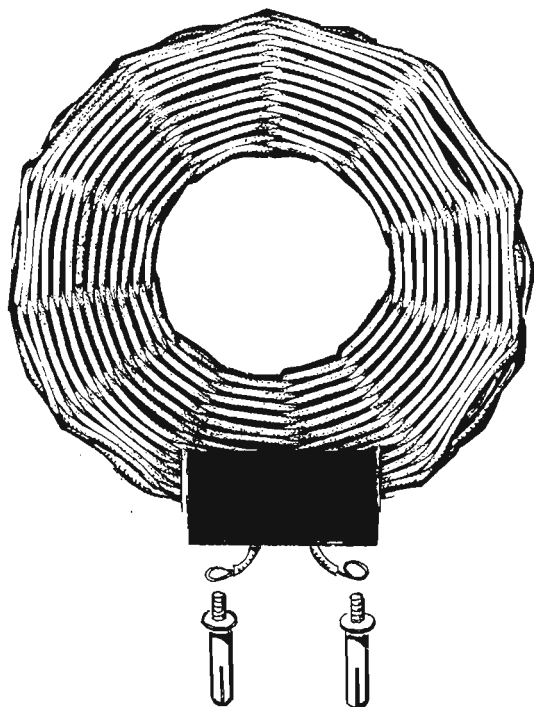



Fig. 8 - I due terminali dell'avvolgimento della bobina a nido d'api sono arrotolati ad anello e stretti sulle rondelle degli spinotti del supporto di plastica incollato direttamente su una zona di fili conduttori.

sendo pure comprensiva dell'uso di questo, che si riduce ad una serie di lente manovre sulla leva di comando del componente, mirate a toccare con il baffo quel punto del cristallo che consente il miglior ascolto possibile in cuffia. Ricordando tuttavia che i risultati dipendono quasi esclusivamente dall'antenna e dalla qualità della galena, considerando ovviamente efficienti e regolarmente collegati tutti gli altri elementi.
Un'ottima antenna può consentire buonissime ricezioni in cuffia, ma va notato che se vi sono due trasmittenti locali di analoga potenza, che lavorano in onda media, si può verificare una ricezione contemporanea.

LA CUFFIA ELETTROMAGNETICA

La cuffia elettromagnetica, necessaria per l'ascolto della radio a galena, è munita di due padiglioni uguali. Ognuno di questi è composto nel modo illustrato in figura 6. Entrambi sono applicati meccanicamente ad un particolare supporto elastico, che molti chiamano "testiera", che consente di applicarli alle orecchie dell'ascoltatore senza creare disagio su questo. Ma per raggiungere tale finalità, la cuffia deve essere la più leggera possibile e i due auricolari debbono ben adattarsi ai padiglioni delle orecchie, pur non esercitando una pressione eccessiva.
Ciascuno dei due padiglioni della cuffia di tipo elettromagnetico è composto da una membrana ferromagnetica sottile, come evidenziato in figura 6, affacciata alle espansioni polari di un magnete permanente. Su queste sono infilate due bobinette, che vengono percorse dalla debolissima corrente di bassa frequenza uscente dal detector la quale, dipendentemente dal senso che la caratterizza, determina una esaltazione o un affievolimento del magnetismo proprio delle espansioni polari. Ecco allora che, applicando una tensione alternata, con un certo valore di frequenza, ai terminali delle bobine, tramite l'apposito cavo conduttore uscente da ciascun auricolare, la membrana si mette a vibrare con la stessa frequenza della tensione.
La presenza dei nuclei magnetizzati, nella cuffia elettromagnetica, è indispensabile per evitare distorsione. Infatti, la corrente di un senso determina attrazione della membrana e la corrente di senso opposto provoca repulsione, per cui si ottiene una oscillazione in corrispondenza di ogni periodo della corrente. Se il nucleo non fosse magnetizzato, in corrispondenza di ogni periodo si verificherebbe attrazione sia in presenza del massimo positivo sia di quello negativo e la membrana vibrerebbe con frequenza doppia di quella caratteristica della corrente di eccitazione, creando evidentemente distorsione.
Le unità di ciascun auricolare sono racchiuse in un involucro di bachelite normalmente di color nero.

MAGNETIZZAZIONE DELLA CUFFIA

Le cuffie di vecchia data, acquistate ai mercati dell'occasione o in quelli surplus, difficilmente conservano carichi i magnetini. E quando il

campo magnetico si è troppo affievolito, la membrana stenta ad oscillare. Tuttavia, una cuffia in queste condizioni può essere sempre recuperata, ricaricando le espansioni polari nel modo che ora diremo. Prima dell'intervento, peraltro, occorre constatare lo stato magnetico del componente, svitando il coperchietto di chiusura della capsula di ciascun auricolare e facendo scorrere più volte, sopra le espansioni polari, in tutti i sensi, la membrana, onde constatare con quale forza magnetica questa viene attratta. Poi, dopo aver accertato che il campo magnetico è quasi scomparso o eccessivamente indebolito, si procede nel modo segnalato in figura 7, servendosi di un magnete permanente assai potente, che può essere recuperato da un vecchio microamperometro o da altoparlanti fuori uso. Il magnete va dapprima appoggiato su quelli della cuffia e lasciato in questa posizione per alcuni minuti. Poi va tolto, ripetendo l'operazione precedente di controllo della magnetizzazione acquisita tramite lo scorrimento della membrana sopra i piccoli elettromagneti del trasduttore acustico. Se si constata che il campo magnetico si è sufficientemente rigenerato, l'operazione di ricarica va considerata conclusa, altrimenti occorre ripeterla ancora una volta.

Qualunque sia la provenienza della cuffia ed il suo stato di conservazione, questa deve avere una resistenza di 1.000 - 2.000 - 3.000 ohm per auricolare, anche se si possono utilmente impiegare i modelli a bassa resistenza, certamente non inferiore ai 300 ohm.

BOBINA E VARIABILE

Per completare la descrizione dei componenti della radio a cristalli di galena, serve spendere ancora qualche parola sulla bobina di sintonia e sul condensatore variabile.

Il circuito accordato, che alcuni chiamano "filtro d'onda" e che consente di inviare al cristallo rivelatore un solo segnale fra i tanti captati dall'antenna, è composto, come è stato più volte menzionato in precedenza, da una bobina di induttanza e da un condensatore la cui capacità varia facendo ruotare un perno di comando.

Nella radio a galena, la bobina è formata da un avvolgimento incrociato, detto più comunemente a "nido d'api", come quello riprodotto nella foto di figura 9. Le spire si incrociano continuamente, limitando molto la capacità distributiva della bobina. Distanziando le spire l'una dall'altra, la bobina assume l'aspetto di un nido d'api, dal quale deriva la sua denominazione. La principale caratteristica di questo componente va ravvisata in una riduzione sensibile delle capacità parassite e in un migliore coefficiente di merito.

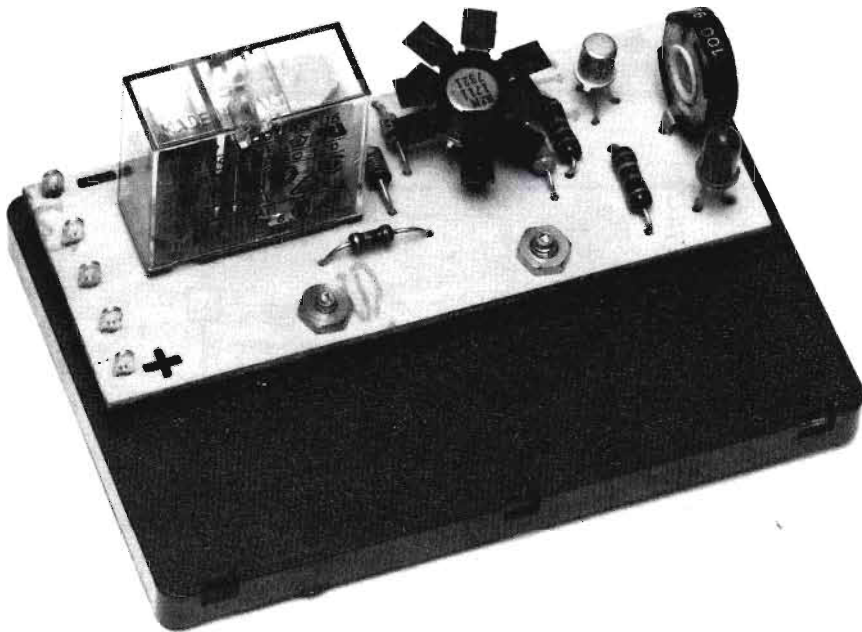
Fig. 9 - La bobina a nido d'api, montata sul ricevitore a cristallo di galena descritto nel testo, difficilmente è reperibile presso i negozi di rivendita di materiali radioelettrici. La si può invece acquistare sui mercati specializzati, ma saltuari, appositamente organizzati per gli appassionati di elettronica.

La bobina pubblicata in figura 8 appare sostenuta da un supporto di bachelite, al quale aderisce tramite collante chimico. I due terminali dell'avvolgimento sono arrotolati ad anello e stretti sulle rondelle dei due spinotti.

Possiamo ora concludere l'argomento fin qui trattato ricordando che il condensatore variabile, montato nei circuiti dei primi modelli di radioricevitori a cristallo di galena, era alquanto appiattito e composto da poche lamine, con superficie relativamente ampia e isolate tra loro con sottili fogli di mica, sia nel rotore come nello statore.

OPTOCOMANDO AUTOMATICO

Molti lettori si sono messi in contatto telefonico o per iscritto con la nostra sede, per chiedere la presentazione, sulle pagine del periodico, del progetto di un sistema automatico di accensione di una o più lampade, tutte funzionanti con la tensione continua di 12 o 24 V e potenza complessiva non superiore ai 50 W.
La necessità di tale dispositivo, per alcuni, viene attribuita all'assenza di ogni pericolo di scosse elettriche, per altri al completamento di un pla-

L'uscita su relé, di questo semplice ma versatile progetto, consente l'impiego di carichi alimentati sia in corrente continua come in alternata, compatibilmente con le caratteristiche del componente elettromagnetico utilizzato.

Pilotato da una o più cellule fotovoltaiche.

Può accendere lampade da 12 Vcc o 24 Vcc fino a 50 W.

Utilizzabile da modellisti, automobilisti e installatori di antifurti.

stico ferromodellistico, per molti all'installazione di un interruttore automatico, capace di chiudere un qualsiasi circuito di illuminazione quando la luce naturale, o quella artificiale, viene a mancare, per riaprirlo poi al ritorno della luminosità. E questo è il principale motivo per cui sono stati scelti i due valori di tensione prima citati, che possono essere derivati da una o due batterie collegate in serie, oppure da un insieme di pile. Tuttavia, per allargare la gamma di pratiche applicazioni, ottenibili da questo progetto, è stata prevista l'uscita attraverso relè, sui terminali utilizzabili del quale si potranno collegare carichi alimentabili sia in corrente continua come in alternata, prescindendo dall'impiego di batterie e pile, ma conservando la funzione dell'automatismo. Tanti lettori, infatti, potranno destinare l'apparato ai vari sistemi di antifurto, oppure a quelli di segnalazione di luci anòmale in ambienti normalmente bui. Gli automobilisti, poi, con questo circuito, potranno commutare, automaticamente, le luci abbaglianti in quelle anabbaglianti, se il sensore rimane orientato verso gli automezzi che provengono da direzione opposta. I campeggisti, inoltre, montando l'interruttore qui descritto nella loro tenda, potranno individuarne l'ubicazione, anche da lontano, quando al rientro dalle escursioni è già calata la notte. E per ultimo ricordiamo che i ferromodellisti, in questo dispositivo, troveranno la soluzione più semplice ed immediata al problema della segnalazione di passaggio o presenza del treno in un dato punto del percorso, attivando un qualsiasi avvisatore acustico, ottico o meccanico.

Fig. 1 - Circuito teorico dell'optocomando con uscita sui terminali 2 - 3 - 4 del relé RL. Con il trimmer R2 si stabilisce il punto di attivazione circuitale nelle condizioni di impiego effettivo dell'apparato. L'alimentazione può essere scelta fra due gamme di valori di tensioni diverse.

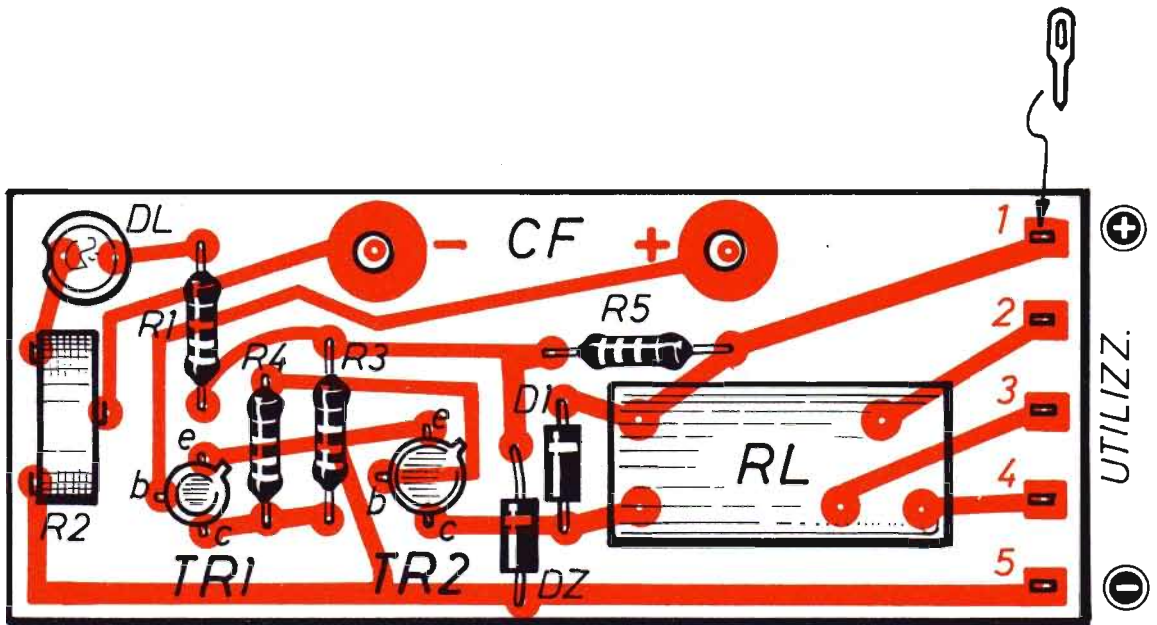



Fig. 2 - Piano costruttivo del modulo elettronico, realizzato su basetta supporto, di materiale isolante, con circuito stampato composto in una delle sue facce. Soltanto in occasione di impieghi gravosi del dispositivo, diviene necessario l'inserimento, sul transistor TR2, di un elemento dissipatore di calore.

COMPONENTI

Resistenze

R1	=	680 ohm - 1/4 W
R2	=	100 ohm (trimmer)
R3	=	3.300 ohm - 1/4 W
R4	=	150 ohm - 1/4 W
R5	=	100 ohm - 1/2 W (220 ohm - 1 W)

Varie

TR1	=	BC 107
TR2	=	2N1711
DL	=	diodo led (quals. tipo)
DZ	=	diodo zener (9 V - 1 W)
D1	=	1N4004
RL	=	relè (vedi testo)
CF	=	cellula fotovoltaica
VCC	=	12 Vcc (24 Vcc)

ESAME DEL CIRCUITO

Il semplicissimo circuito, pubblicato in figura 1, funziona nel modo seguente. Quando è inserito l'alimentatore VCC, questo, attraverso le resistenze R5 ed R1, accende il diodo led DL, facendo pure scorrere la corrente nel trimmer R2, dove si verifica una caduta di tensione, per esempio di 0,9 Vcc, che dipende dal tipo di alimentatore applicato.
Il cursore di R2 preleva una parte di tensione e la applica al morsetto negativo della fotocellula CF, sul cui terminale positivo è presente la tensione di polarizzazione di base del transistor

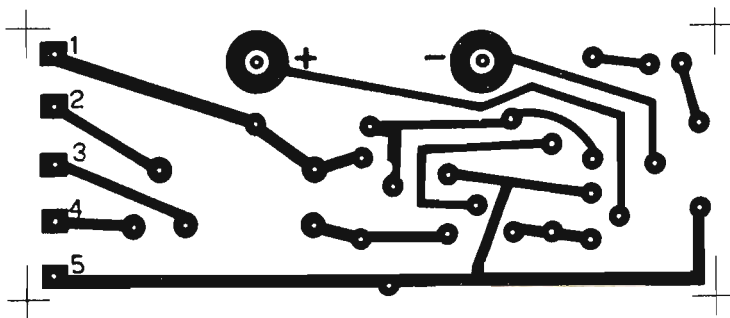



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato da comporre in una delle due facce di una basetta di bachelite o vetronite, di forma rettangolare, delle dimensioni di 9,5 cm x 3,5 cm.

TR1, rappresentata dalla somma delle due tensioni: quella prelevata dal cursore del trimmer e l'altra generata dalla fotocellula CF quando è investita da raggi luminosi. Ad esempio, se il trimmer R2 è regolato in modo da prelevare la tensione di 0,65 V e la cellula CF, colpita da poca luce, eroga soltanto una tensione di 0,1 V, sulla base del transistor TR1 viene applicata la tensione di valore complessivo di:

$$0{,}65\ V + 0{,}1\ V = 0{,}75\ V$$

Come risulta dalla teoria che regola il funzionamento dei transistor di tipo NPN, quando sulla base di uno di questi componenti viene applicata una tensione positiva superiore a 0,7 V, nel tratto base-emittore circola corrente, che tende ad essere amplificata nel valore pari al guadagno "beta" del modello di transistor utilizzato. Dunque, in questo caso, TR1 rimane polarizzato regolarmente ed assorbe, attraverso il suo collettore, tutta la corrente che proviene dalla resistenza R3, impedendo che attraversi la resi-

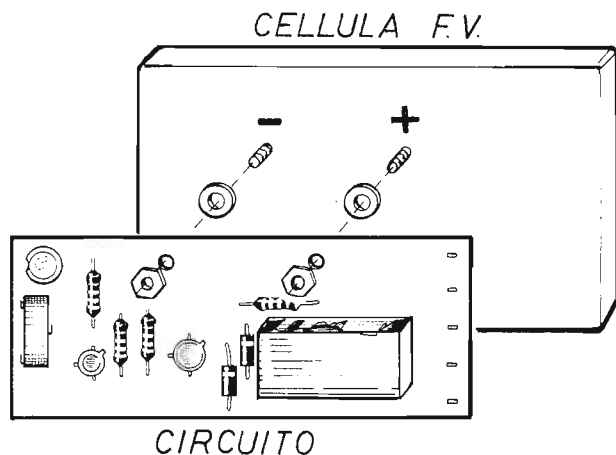



Fig. 4 - Interpretazione figurativa del montaggio complessivo dell'apparato di optocomando automatico. Il modulo elettronico viene fissato, tramite viti e dadi, sulla parte posteriore della fotocellula, il cui modello è menzionato nel testo.

stenza R4 e raggiunga la base del transistor TR2. Il quale, pertanto, resta senza tensione di polarizzazione, ossia senza corrente di base e, come si suol dire, rimane all'interdizione o spento. Conseguentemente, il relè RL manca di eccitazione.
Viceversa, quando la cellula fotovoltaica rimane al buio, sulla base del transistor TR1 viene applicata la sola tensione derivata tramite il cursore di R2, che è o deve essere, per mezzo di opportuna regolazione di R2, una tensione inferiore a 0,7 V, in modo da non polarizzare il transistor TR1, che rimane all'interdizione. Ma in tal caso, la corrente promossa dall'alimentatore VCC, percorre le resistenze R5 - R3 ed R4, fino a raggiungere la base del transistor TR2, che viene polarizzata, provocando la conduzione di collettore attraverso la bobina del relè RL che, conseguentemente, si eccita. Se ne deduce che il circuito di figura 1 reagisce ad una diminuzione della luce che colpisce la fotocellula CF.
Concludendo. In assenza di luce su CF, il relè chiude il contatto "na" (normalmente aperto) ed apre quello "nc" (normalmente chiuso). In presenza di luce su CF, invece, il relè RL apre il contatto "na" e tiene chiuso quello "nc".
Il diodo al silicio D1, inserito in parallelo con la bobina del relè RL, cortocircuita l'extratensione di apertura, generata dall'energia immagazzinata dall'elettromagnete di RL quando il transistor TR2 viene spento. Questa tensione, qualora non venisse in qualche modo eliminata, a lungo andare finirebbe per distruggere il transistor.

Fig. 5 - La cellula solare, ossia il componente fotovoltaico più adatto per la costruzione del dispositivo per fotocomando è quello pubblicizzato nel corso di questo articolo e che può essere richiesto alla ditta inserzionista.

CONSIDERAZIONI VARIE

La tensione generata dalla cellula solare CF dipende dal modello utilizzato e dalle condizioni di illuminazione. Le cellule di qualità erogano tensioni di valore compreso fra i 100 mV e i 450 mV, raggiunte dall'attivazione del materiale semiconduttore, nel quale si liberano gli elettroni colpiti dai fotoni della luce. In questo processo fotoelettrico quindi, si generano coppie di elettroni liberi e vacanze elettroniche nel reticolo cristallino, che stabiliscono una differenza di potenziale rilevabile sui morsetti del componente.
Per raggiungere tensioni superiori, si debbono collegare più elementi in serie; talvolta basta sfruttare una forte illuminazione. In sostanza, per aumentare la sensibilità del circuito di figura 1, conviene disporre di alcune cellule fotovoltaiche collegate in serie. Ciò, infatti, rende meno dipendente dalla temperatura la taratura del punto di scatto del dispositivo, ottenuta tramite la resistenza variabile R2, che deve essere in ogni caso regolata nelle condizioni di impiego effettivo, in modo che il relè RL rimanga diseccitato sul valore normale di luminosità incidente sulla superficie sensibile della fotocellula.
In presenza di forti rumori elettrici, si consiglia di inserire, tra il cursore del trimmer R2 e la linea di massa, qui coincidente con quella di alimentazione negativa, un condensatore elettrolitico da 10 µF - 16 Vl, ovviamente con il reoforo positivo orientato verso R2.
Per evitare che il dispositivo possa attivarsi in presenza di brevi, temporanee e rapide variazioni di luminosità, ossia per ritardare l'entrata in funzione del circuito di figura 1, si deve collegare un condensatore elettrolitico tra la base del transistor TR2 e massa, sempre dirigendo il terminale negativo verso l'omonima linea. Il valore di questo ulteriore componente va scelto dall'operatore, a seconda delle necessità di impiego dell'apparato, ricordando che alle grandezze capacitive più elevate corrisponde una

Fig. 6 - Il circuito dell'optocomando automatico può essere alimentato con uno dei tanti dispositivi da parete, che trasformano la tensione alternata da 220 Vca in quella continua di 12 Vcc, consentendo un assorbimento di corrente di 0,5 A.

maggiore lentezza di eccitazione del relè RL. Una identica variante circuitale può essere introdotta fra la base del transistor TR1 e massa. Invertendo la logica di servizio degli ancoraggi "na" ed "nc", condizionata naturalmente dal comportamento della luce che colpisce la fotocellula, occorre tener conto che muta l'assorbimento di corrente dall'alimentatore VCC, che è maggiore quando il relè RL rimane eccitato. Coloro che dal circuito di figura 1 volessero ottenere una commutazione ad ogni impulso luminoso, dovranno montare, per RL, un relè di tipo passo-passo. Mentre per altre applicazioni, come ad esempio quella di contapezzi, è generalmente sufficiente un contatto che si chiude soltanto al passaggio dell'oggetto.

MONTAGGIO DELL'APPARATO

Il modulo elettronico del fotocomando automatico va montato secondo quanto illustrato in fi-

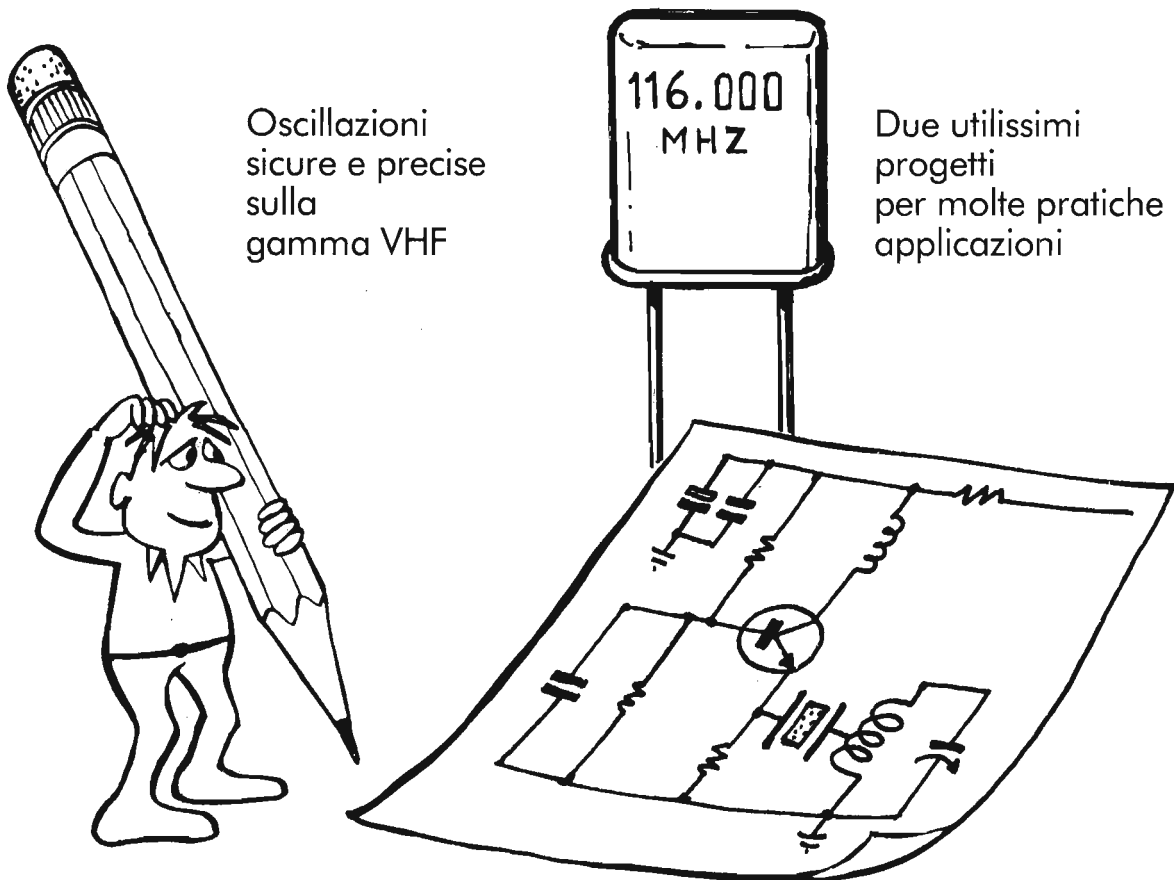
gura 2, che rappresenta il piano costruttivo circuitale del dispositivo. Dunque, il primo elemento da approntare è la basetta supporto recante, in una delle sue facce, il circuito stampato.
La basetta supporto, di forma rettangolare, delle dimensioni di 9,5 cm x 3,5 cm, va ritagliata da una lastra di bachelite o vetronite. Successivamente, su una delle due facce di questa, si compone il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è riportato in figura 3.
Il modulo elettronico, una volta composto, va fissato sulla parte posteriore della fotocellula CF, tenendo conto delle esatte polarità di questa, che debbono corrispondere con quelle segnalate nel disegno costruttivo di figura 2.
Coloro che acquisteranno o hanno già acquistato il modello di fotocellula più volte pubblicizzato in questo periodico e venduto dall'organizzazione Stock - Radio di Milano, vedranno il compito agevolato dalla presenza delle due viti con dadi presenti nella faccia posteriore della cellula solare, come indicato nel disegno di figura 4.
In figura 5 è stata riprodotta la cellula fotovoltaica consigliabile per questa particolare e pratica applicazione.
La foto di apertura del presente articolo illustra il prototipo di fotocomando realizzato e collaudato nei nostri laboratori. In questa si può osservare l'impiego di un dissipatore di calore innestato sul corpo del transistor TR2, che può essere necessario in caso di funzionamenti gravosi del semiconduttore, ma che non serve nelle normali utilizzazioni del fotocomando.
Il corretto montaggio del modulo elettronico si raggiunge rispettando le polarità dei tre diodi DL - DZ - D1. Per il diodo led DL, infatti, il catodo si trova da quella parte del componente in cui è praticata una piccola smussatura; il corrispondente reoforo, quindi, va saldato sulla pista di rame del circuito stampato che si dirige verso uno dei due terminali estremi del trimmer R2. Per gli altri due diodi, invece, quello zener DZ e quello al silicio D1, i terminali di catodo si trovano in corrispondenza di un anello guida segnalatore, riportato sul corpo esterno del componente.
La piedinatura dei due transistor TR1 - TR2 è chiaramente indicata nello schema di figura 2 con le lettere "e - b - c", relative agli elettrodi di emittore - base - collettore.

ALIMENTAZIONE

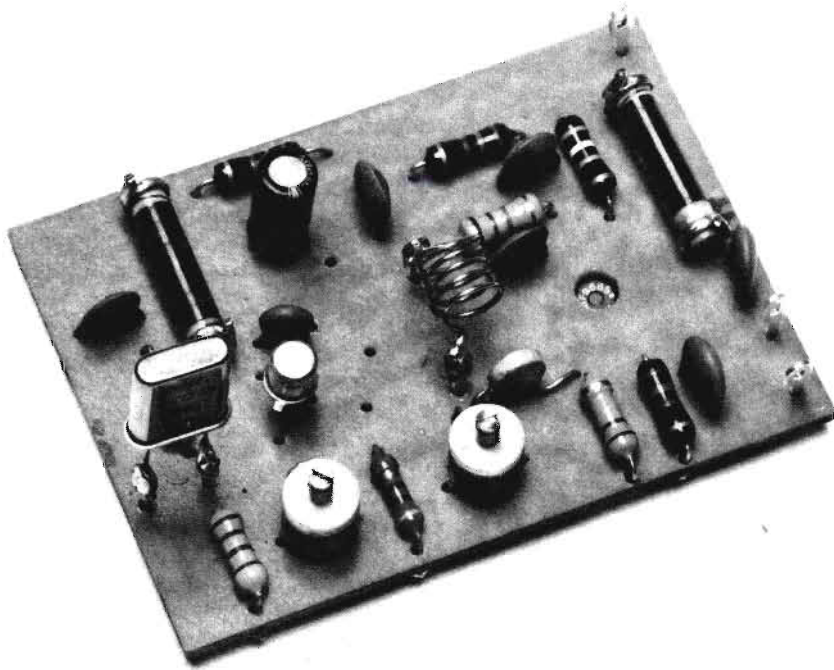
È stato detto all'inizio che il progetto di figura 1 può essere alimentato con due tensioni fondamentali: quella di 12 Vcc e l'altra di 24 Vcc. Ma in pratica si possono utilizzare due gamme di tensioni: una di valori compresi fra gli 11 Vcc e i 16 Vcc e l'altra estesa fra i limiti di 18 Vcc e 26 Vcc.
In corrispondenza delle due gamme di tensioni di alimentazione, la resistenza R5 assume due grandezze diverse, le seguenti:

Gamma 11 Vcc ÷ 16 Vcc R5 = 100 ohm - 1/4 W

Gamma 18 Vcc ÷ 26 Vcc R5 = 220 ohm - 1 W

Anche il relè deve cambiare a seconda delle diverse tensioni di alimentazione, perché in presenza di alimentazioni appartenenti alla prima gamma di tensioni occorre un modello da 12 Vcc, con tensioni della seconda gamma, invece, si deve utilizzare un relè da 24 Vcc.
Naturalmente, la scelta delle tensioni di alimentazione dipende dalle disponibilità tecniche dell'installatore e, soprattutto, dalle condizioni di impiego. Per esempio, volendo installare il dispositivo in ambienti frequentati da bambini, conviene sempre orientarsi verso i valori più bassi delle tensioni di alimentazione continue.
La tensione alternata di rete, quando non sussistono problemi di pericolosità per gli utenti, può essere applicata al circuito di carico del relè, compatibilmente con la portata degli ancoraggi. Si consiglia, tuttavia, di non superare, sui contatti di utilizzazione 2 - 3 - 4, l'intensità di corrente alternata di 2 A promossa dalla tensione di rete di 220 Vca.
A coloro che, in sostituzione di pile o batterie di alimentazione, vorranno applicare, sui terminali 1 - 5 del circuito del fotorelè, una alimentazione derivata dalla rete-luce, consigliamo di utilizzare un alimentatore da parete, come quello illustrato in figura 6, che trasforma la tensione alternata di 220 V in quella continua di 12 Vcc, con la possibilità di derivare una corrente massima di 0,5 A. Di solito, dalla scatoletta dell'alimentatore fuoriesce un cavetto bicolore, nero e rosso; il conduttore nero rappresenta la tensione negativa, quello rosso identifica la tensione positiva, quella che va inserita sul terminale 1 del circuito del fotorelè automatico.

OSCILLATORI QUARZATI IN OVERTONE

Prima di analizzare i due circuiti elettronici, proposti in questo articolo e che risolvono il problema dell'oscillazione dei quarzi in overtone, ovvero su armoniche, anche elevate, della frequenza fondamentale per la quale il cristallo è stato tagliato, giova ricordare qualche elemento teorico relativo a questi particolari componenti.
Il sistema più semplice e sicuro per ottenere un segnale a frequenza molto stabile, va ravvisato ancor oggi, così come agli inizi della radiotecnica, nei circuiti controllati a quarzo. Cioè a cristallo di biossido di silicio, tagliato in modo particolare e dotato di due elettrodi, che funziona in virtù dell'effetto piezoelettrico, da tutti conosciuto e dal comportamento reversibile. Nel senso che, applicando ai due elettrodi, lungo un certo asse del cristallo, un campo elettrico, l'elemento si deforma meccanicamente, in misura strettamente dipendente dall'intensità del campo applicato, dalla forma del cristallo, dalla sua composizione chimica e dalla sua storia prece-

dente di stato di riposo o di deformazione in atto. Viceversa, imprimendo al quarzo una sollecitazione meccanica, atta a creare una deformazione, questo genera un segnale elettrico disponibile sui due elettrodi e dipendente dalle oscillazioni meccaniche.
Ogni cristallo di quarzo rimane caratterizzato da una sua frequenza di risonanza meccanica, condizionata dalla natura del materiale, dalla forma di questo e, in misura minore, dal modo con cui è sostenuto ed eccitato. In ogni caso, a parità di composizione mineralogica, la risonanza si verifica quando la lunghezza dell'onda di oscillazione meccanica, che si propaga all'interno del cristallo, attraverso l'asse preso in considerazione, coincide con la dimensione fisica del percorso, ovvero quando lo spessore, ad esempio, si identifica con la lunghezza d'onda. Dunque, maggiore è la frequenza di risonanza, minore è la lunghezza d'onda.
A frequenze superiori ad alcune decine di megahertz, la lunghezza d'onda diventa talmente piccola da rendere difficoltosa, attraverso le normali tecnologie, la realizzazione dei quarzi e facendo apparire quasi impossibile la composizione di circuiti oscillatori quarzati a tali fre-

Per raggiungere le frequenze più elevate, il quarzo va inserito in un circuito oscillatore che possa attenuare la sua naturale tendenza ad oscillare sulla fondamentale, esaltando quella che favorisce la risonanza sulle armoniche.

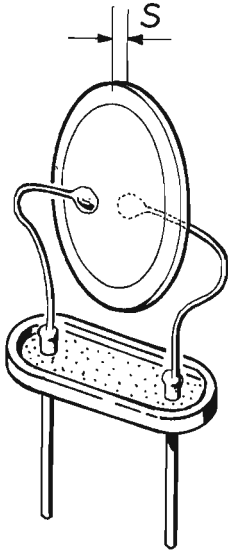



Fig. 1 - La composizione interna di un quarzo si evidenzia togliendo dal componente il contenitore metallico. Il cristallo, a forma di disco, appare metallizzato su entrambe le facce, sulle quali sono collegati gli elettrodi elastici fissati, all'altra estremità, sugli spinotti del componente.

quenze. Mentre anche i quarzi, come si verifica in altri tipi di cristalli, possono oscillare, oltre che sulla frequenza fondamentale, quella che coincide con lo spessore del componente, su altre frequenze, sia pure con minore efficienza. E queste frequenze, le cui lunghezze d'onda rientrano nella sezione del componente un numero intero di volte, soprattutto se il quarzo è lavorato per accettare tale fenomeno, prendono il nome di "armoniche". In sede di trattamento realizzativo, poi, vengono favorite quelle frequenze che distano dalla fondamentale un numero di volte intero e dispari, cioè le armoniche dispari. Pertanto, allo scopo di raggiungere le alte frequenze, occorre inserire il quarzo in un circuito oscillatore che attenui la sua tendenza ad oscillare sulla fondamentale, ma esalti la possibilità di oscillare sulle armoniche, sia pure con riluttanza, tramite filtri, circuiti accordati ed elevati guadagni. Tenendo conto che un dispositivo oscillatore sfrutta il quarzo ed i suoi effetti piezoelettrici come un circuito oscillante LC, induttivo-capacitivo, a perdite bassissime ed estremamente stabile. Infatti, nel fornire al quarzo, tramite un amplificatore, un segnale continuativo e quasi sinusoidale, questo verrà esaltato se coincide con la sua risonanza, altrimenti subisce attenuazione.

Ai lettori più esigenti ricordiamo che il quarzo è meccanicamente abbastanza stabile. Tuttavia, non tollerando nemmeno una variazione di frequenza di qualche unità su un milione di parti, dovuta principalmente a mutamenti di temperatura, al quarzo va concesso un periodo di assestamento di qualche centinaio di ore all'inizio della sua vita. E nelle applicazioni più sofisticate occorre inserirlo in una custodia termostatica che, mantenendo il quarzo a temperatura costante, lo sottopone ad un ciclo di necessario invecchiamento.

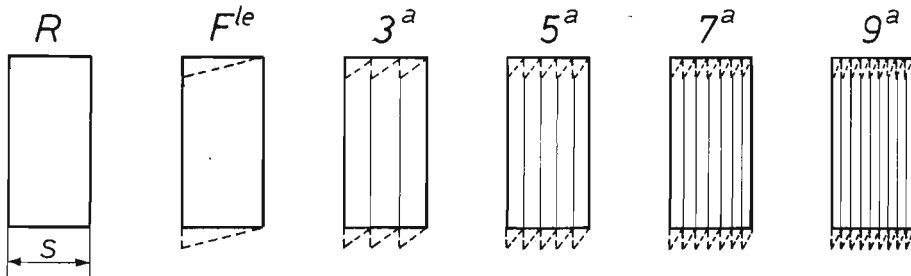



Fig. 2 - Interpretazione grafica delle oscillazioni del cristallo di quarzo, di spessore S, nelle condizioni di riposo R o quando vibra in fondamentale Fle e nelle successive armoniche dispari.

OSCILLAZIONI DEI QUARZI

Capita spesso che il tecnico coinvolto nella realizzazione di un oscillatore a quarzo in armonica elevata, quinta, settima, nona, debba incorrere nell'insuccesso, anche quando il progetto cui fa riferimento è di provenienza affidabile. E questo perché le componenti elettriche in gioco, nella maggior parte, sono assai critiche. Basti pensare che pochi picofarad in più o in meno, sui condensatori o sulle capacità introdotte dai vari elementi circuitali, possono impedire una corretta oscillazione del quarzo. Un tale problema, quindi, è stato da noi attentamente analizzato e risolto in laboratorio con l'approntamento di due progetti molto validi, la cui costruzione è consigliata pure ai lettori più meticolosi.
Durante le prove sono stati utilizzati alcuni quarzi concepiti per lavorare sulla terza e quinta armonica, indirizzandoci poi definitivamente su un modello da 100 MHz per oscillazioni in quinta armonica.
Come è stato detto in sede di relazione teorica sui cristalli di quarzo, questi difficilmente possono oscillare a frequenze superiori ai 20 MHz. Perché la costruzione di tali componenti non può superare certi limiti di sottigliezza dello spessore, senza incorrere in una condizione di notevole fragilità del componente, che si romperebbe al primo urto o alle stesse sollecitazioni elettriche. Uno strumento di prova e misura, comunque, nel quale venga inserito il quarzo già menzionato, da 100 MHz, può accertare che questo oscilla alla frequenza massima di 20 MHz. Dunque, l'industria provvede a tagliare cristalli con spessori al limite di sicurezza, ma in modo tale da favorire particolari oscillazioni armoniche.
Se da un quarzo si toglie l'involucro metallico di protezione, esso si presenta gli occhi dell'osservatore nel modo illustrato in figura 1, dove con S viene indicato lo spessore del cristallo, rappresentato da un dischetto metallizzato su ambedue le facce e sulle quali sono applicati due reofori molti flessibili ed elastici, che raggiungono i due spinotti del componente.
Il primo elemento, a sinistra di figura 2, segnala con la lettera R lo stato di RIPOSO del quarzo, la cui sezione è misurata con la lettera S. Ma le proporzioni dello spessore sono irreali e rivestono soltanto un significato teorico, indicativo, necessario per interpretare i vari fenomeni che possono manifestarsi in relazione con le fre-

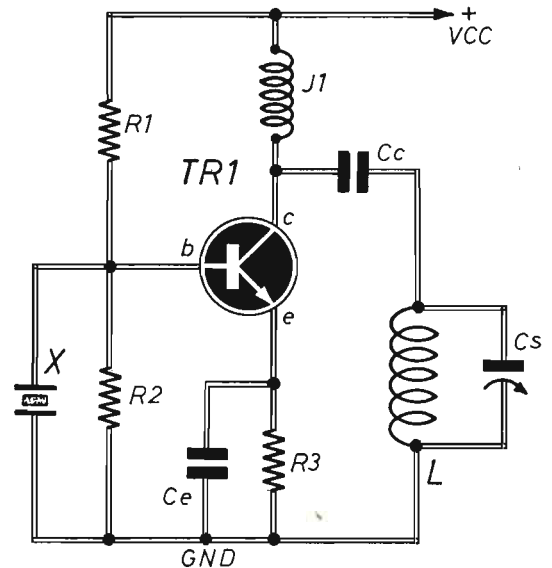



Fig. 3 - Esempio di circuito oscillatore, di espressione puramente teorica, nel quale con Ce viene menzionato l'importante condensatore di emittore e con Cc quello non critico di collettore.

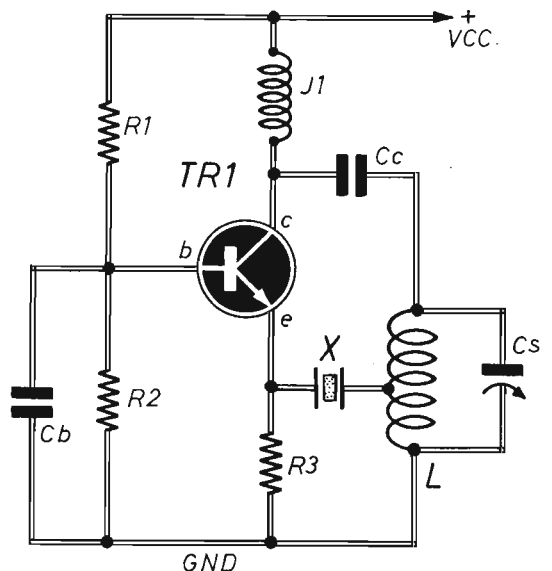



Fig. 4 - In questo esempio teorico di oscillatore, il quarzo rimane inserito fra l'emittore di TR1 ed il circuito accordato d'uscita, in cui Cs indica il condensatore di sintonia.

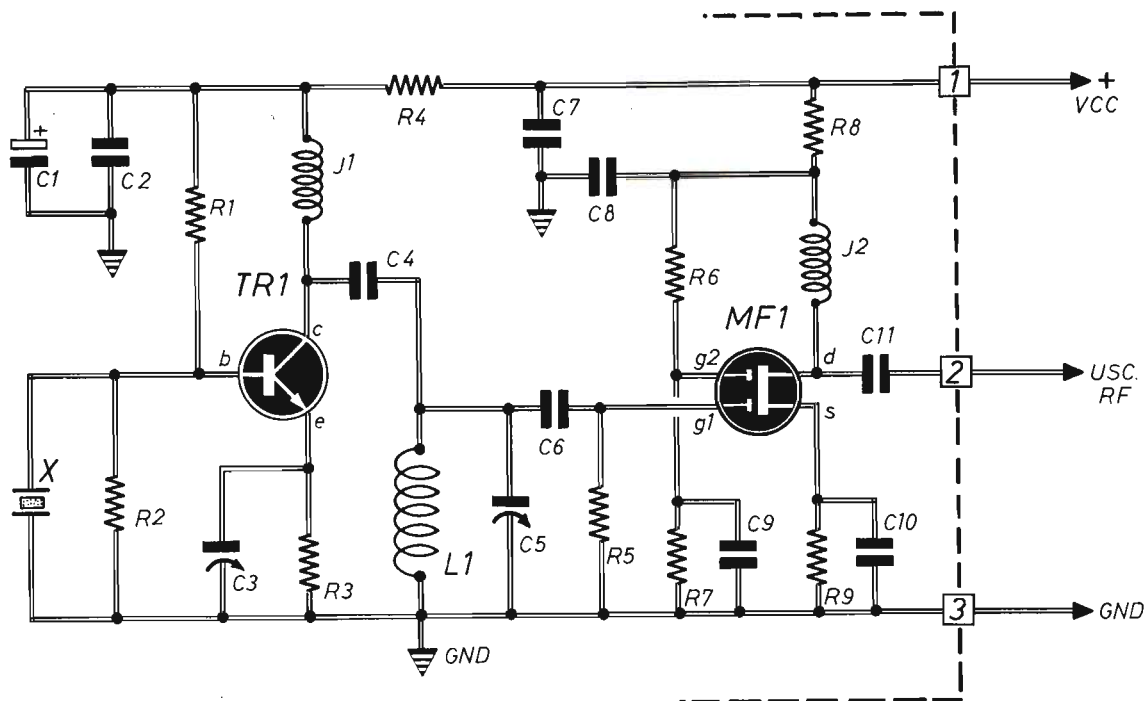



Fig. 5 - Progetto ocmpleto di circuito oscillatore a quarzo con generazione di segnali a frequenza armonica.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 10 μF - 16 Vl (elettrolitico)
C2 = 10.000 pF (ceramico)
C3 = 3 ÷ 40 pF (compensatore)
C4 = 220 pF (ceramico)
C5 = 2 ÷ 22 pF (compensatore)
C6 = 33 pF (ceramico)
C7 = 10.000 pF (ceramico)
C8 = 10.000 pF (ceramico)
C9 = 10.000 pF (ceramico)
C10 = 1.500 pF (ceramico)
C11 = 1.500 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 5.600 ohm - 1/4 W (vedi tabella)
R2 = 860 ohm - 1/4 W (vedi tabella)
R3 = 470 ohm - 1/4 W
R4 = 150 ohm - 1/4 W
R5 = 150.000 ohm - 1/4 W
R6 = 39.000 ohm - 1/4 W
R7 = 27.000 ohm - 1/4 W
R8 = 150 ohm - 1/4 W
R9 = 150 ohm - 1/4 W

Varie

TR1 = 2N708
MF1 = BF9665
J1 - J2 = imp. RF (10 μH)
X = quarzo (100 MHz)
L1 = bobina (vedi testo)
VCC = 12 Vcc (stabilizz.)

L1= µH	R1	R2	C3	NOTE	ANALISI SPETTRALE
0,2	5,6K	2,2K	40pF	OTTIMO PER CALIBRAT.	3ª ARMON. — 60, 120, 180, 240, 300, 360, 400, 460 — 0 100 200 300 400 500
0,07	5,6K	860 Ω	8pF	OTTIMO	5ª ARMON. — 100 — 0 100 200 300 400 500
0,07	5,6K	860 Ω	6pF	MOLTO PULITO	7ª ARMON. — 140 — 0 100 200 300 400 500
//	//	//	//	//	// — 0 100 200 300 400 500

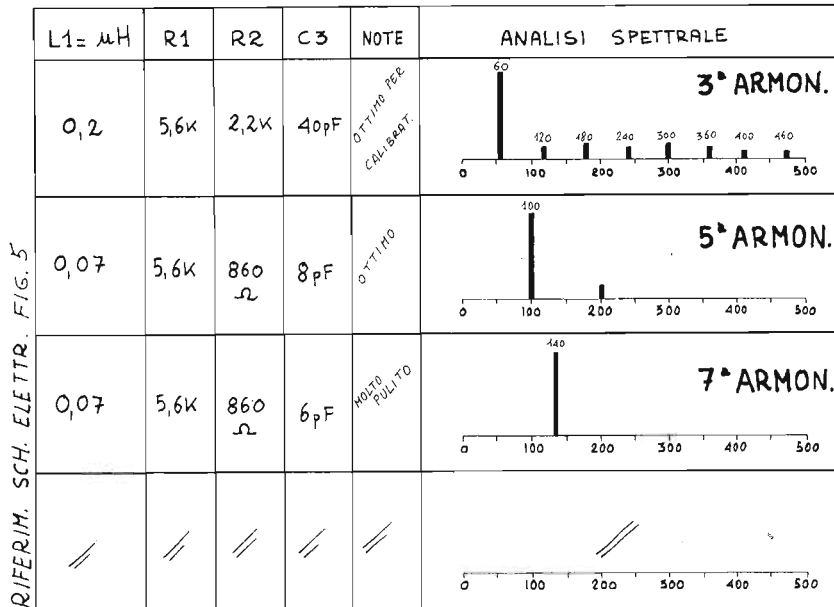



Fig. 6 - Prima di realizzare il progetto di figura 5, il lettore deve consultare questa tabella, che suggerisce i valori da attribuire ad alcuni componenti e nella quale i tratti neri verticali, segnalati nella zona dell'analisi spettrale, interpretano l'intensità del segnale generato.

quenze armoniche dispari di oscillazione. Più esattamente, con la sigla Fle, posta sopra la seconda figura a partire da sinistra, si segnala la flessione meccanica che il quarzo manifesta quando risuona sulla frequenza fondamentale. I successivi disegni di figura 2 interpretano poi i vari comportamenti di flessione fino alla nona armonica.

CIRCUITI TEORICI E PRATICI

Ogni circuito oscillatore, per funzionare egregiamente, deve garantire un guadagno di poco superiore all'unità ed una reazione positiva che riporti il segnale in entrata, detratte ovviamente le inevitabili perdite. Infatti, se il guadagno è superiore a uno, il segnale è distorto e tende a squadrarsi con un conseguente aumento del contenuto di armoniche. Se invece è inferiore all'unità, le oscillazioni si smorzano e l'oscillatore si spegne. La reazione, poi, deve essere in grado di reintrodurre in entrata il segnale con la fase voluta e la frequenza prestabilita. Detto ciò possiamo ora analizzare i due schemi teorici riportati nelle figure 3 e 4, che trovano sviluppo completo e realizzativo in quelli pubblicati nelle figure 5 e 7, cui corrispondono concettualmente.
Il circuito di figura 3, che apparentemente sembra un normale progetto privo di problemi costruttivi, necessita invece di una precisa valutazione delle resistenze R1 ed R2 e del condensatore di emittore Ce. Perché anche una minima variazione del dimensionamento di questi componenti impedisce il conseguimento dei risultati prefissati.
Il transistor TR1 amplifica il segnale di base e lo applica, tramite il condensatore di collettore Cc, al circuito oscillante LC. Il condensatore Cc, quindi, assume il compito di isolare la corrente continua di alimentazione.
La reazione positiva è stabilita dallo stesso transistor tramite l'accoppiamento interno fra base e collettore. Dunque, il quarzo X, collegato fra base di TR1 e linea di terra GDN, seleziona soltanto il segnale corrispondente alla sua fre-

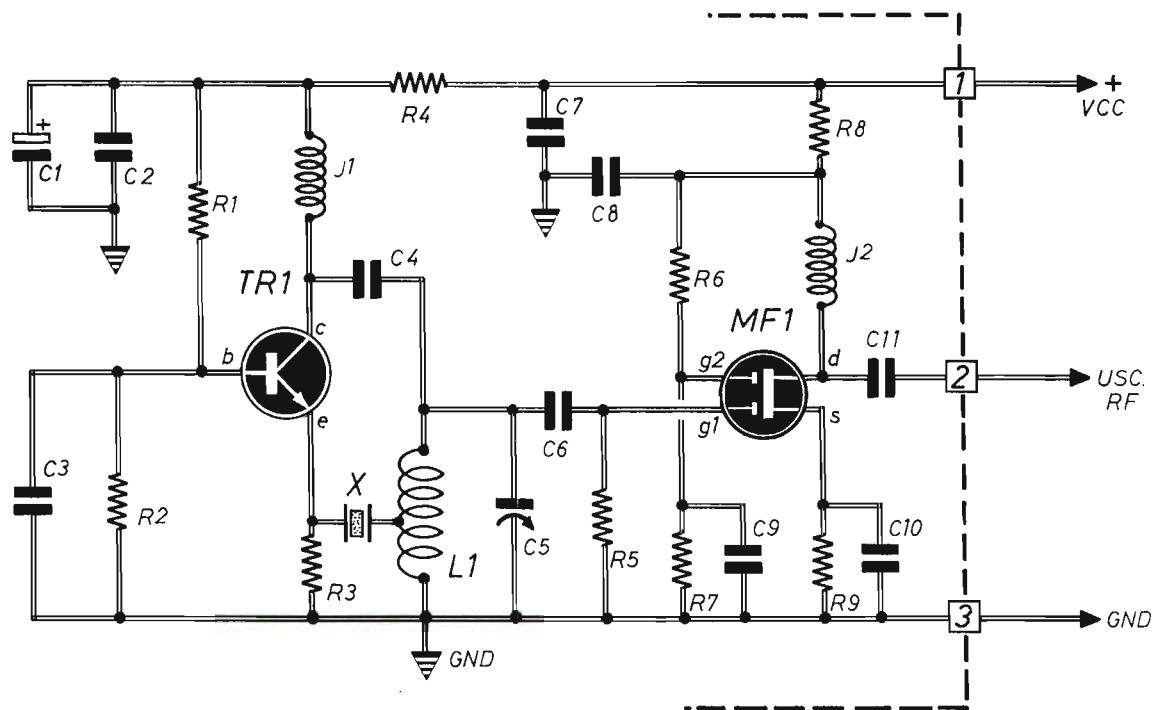



Fig. 7 - Secondo esempio di progetto di circuito oscillatore a quarzo in grado di generare segnali RF in overtone.

COMPONENTI

Condensatori

C1	=	10 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C2	=	10.000 pF (ceramico)
C3	=	10.000 pF (ceramico)
C4	=	220 pF (ceramico)
C5	=	3 ÷ 40 pF (compensatore)
C6	=	33 pF (ceramico)
C7	=	10.000 pF (ceramico)
C8	=	10.000 pF (ceramico)
C9	=	10.000 pF (ceramico)
C10	=	1.500 pF (ceramico)
C11	=	1.500 pF (ceramico)

Resistenze

R1	=	10.000 ohm - 1/4 W
R2	=	2.700 ohm - 1/4 W
R3	=	470 ohm - 1/4 W
R4	=	150 ohm - 1/2 W
R5	=	150.000 ohm - 1/4 W
R6	=	39.000 ohm - 1/4 W
R7	=	27.000 ohm - 1/4 W
R8	=	150 ohm - 1/2 W
R9	=	150 ohm - 1/4 W

Varie

TR1	=	2N708
MF1	=	BF9665
X	=	quarzo (100 MHz)
J1 - J2	=	imp. RF (10 µH)
L1	=	bobina (vedi testo)
ALIM.	=	12 Vcc (stabilizz.)

RIFERIM. SCH. ELETTR. FIG. 7

L1= µH	R1	R2	C3	NOTE	ANALISI SPETTRALE
0,2	10K	2,7K	//	560Ω in PAR. a L1	3ª ARMON. — 60, 120, 180, 240 (0 100 200 300 400 500)
0,07	10K	2,7K	//	560Ω in PAR. a L1	5ª ARMON. — 100, 200, 300, 400 (0 100 200 300 400 500)
0,07	10K	2,7K	//	470Ω in PAR. a L1	7ª ARMON. — 140, 280, 420 (0 100 200 300 400 500)
0,05	10K	2,7K	//	330Ω in PAR a L1	9ª ARMON. — REGOLAZ. C5 MOLTO CRITICA — 180, 360 (0 100 200 300 400 500)

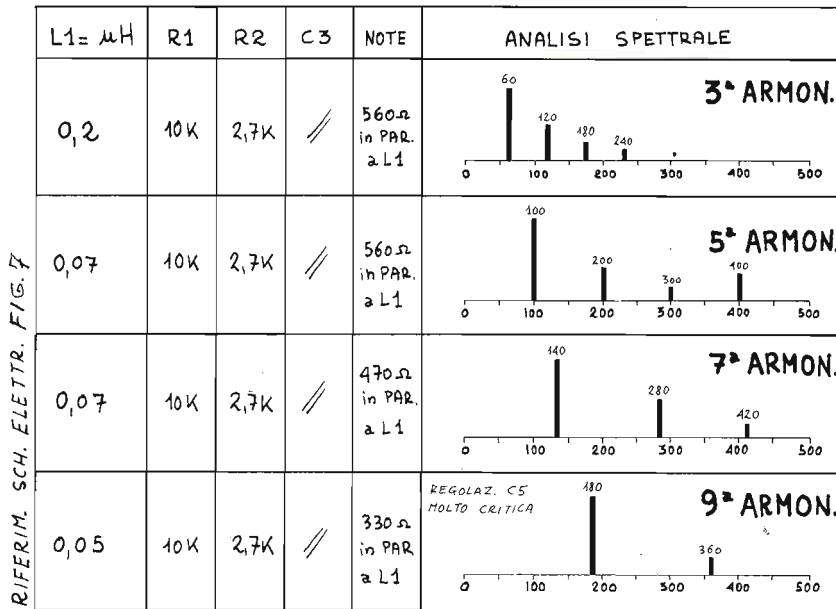



Fig. 8 - Per la realizzazione del progetto pubblicato in figura 7, il lettore è invitato a consultare questa tabella, nella quale sono citati i valori elettrici di alcuni componenti.

quenza di risonanza, per presentarlo poi, con la opportuna fase, all'ingresso del transistor, ovvero alla sua base.

Il guadagno dello stadio in radiofrequenza è stabilito dal condensatore di emittore Ce che, unitamente alla resistenza R3, determina la frequenza "passa alto" dello stadio. Ecco perché il condensatore Ce rappresenta una reattanza capacitiva di estrema importanza, il cui valore deve essere abbastanza elevato da bloccare il passaggio dei segnali a frequenza fondamentale o armonica non desiderata, ma non deve neppure risultare tanto alto da provocare un guadagno inferiore all'unità nel segnale di frequenza voluta.

Le resistenze R1 - R2 compongono il partitore di base che, assieme alla resistenza R3, stabilisce il punto di lavoro in corrente continua del transistor TR1, cioè fissa il valore della corrente di collettore con cui lavora TR1. Anche questo, pertanto, rappresenta un parametro fondamentale per il buon funzionamento dell'oscillatore.

Nel circuito teorico di figura 4, il transistor TR1 lavora nella configurazione con base a massa per le alte frequenze, tramite il condensatore di base Cb. In questo caso la reazione viene stabilita dal quarzo X tra l'uscita di collettore e l'ingresso di emittore di TR1.

Data la bassa impedenza d'entrata del circuito di figura 4, che rende meno critico il funzionamento del dispositivo, occorre effettuare un adattamento tra questa e l'elevata impedenza d'uscita di LC, ricavando sulla bobina L una presa intermedia, in modo che funzioni da autotrasformatore, per abbassare l'impedenza stessa. Il segnale, che viene riportato in fase dal quarzo X sull'ingresso, è rappresentativo della frequenza di oscillazione del cristallo o di una armonica.

Poiché la frequenza di risonanza del circuito LC, posto in uscita, è stabilita pure dall'impedenza del carico applicato, per evitare che al variare di questa mutino anche le prestazioni dell'oscillatore, si consiglia di utilizzare un am-

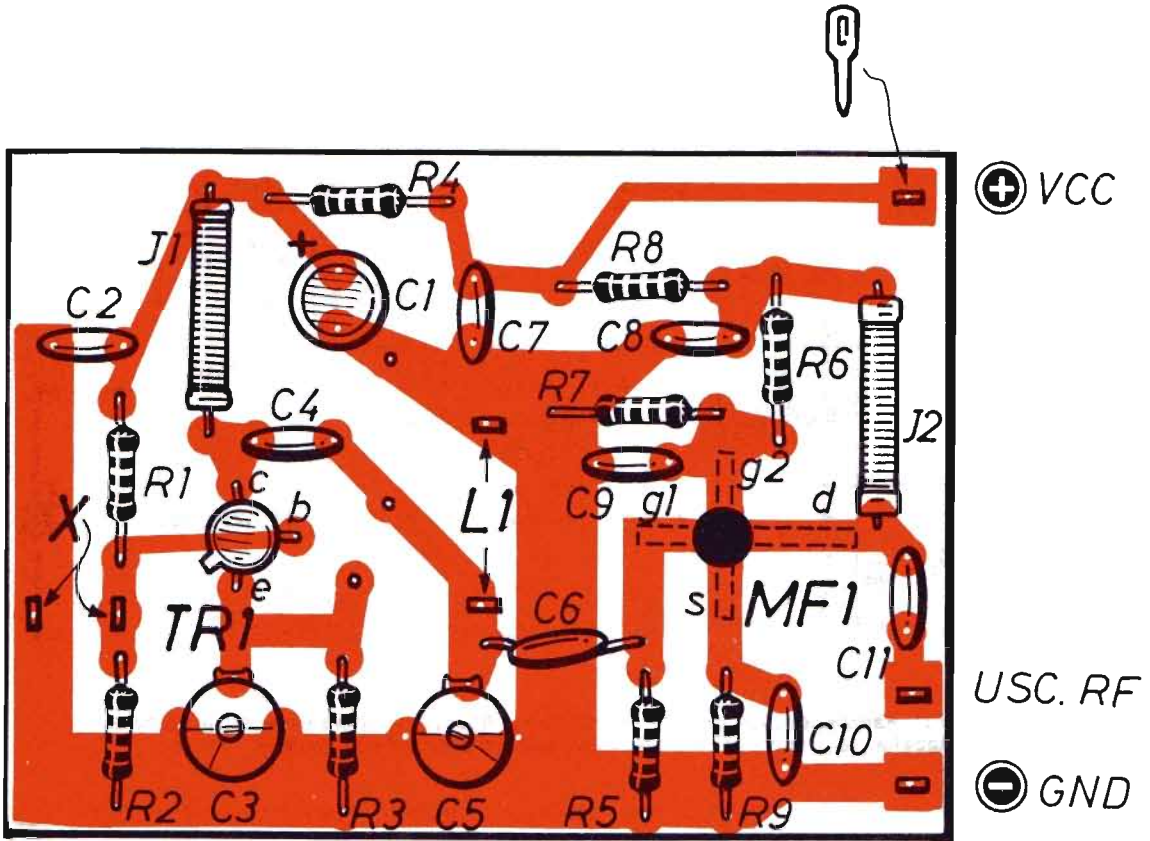
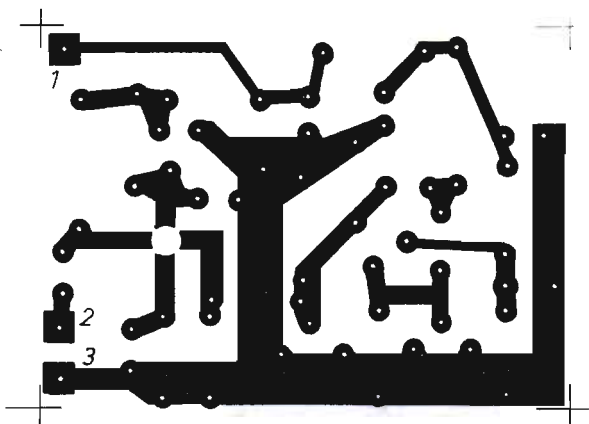



Fig. 9 - Piano costruttivo del circuito di oscillatore quarzato in overtone pubblicato in figura 5. La basetta di bachelite, che funge da supporto del modulo elettronico, è di forma rettangolare, delle dimensioni di 5 cm x 7 cm.

plificatore separatore con la funzione di rendere insensibile l'oscillatore alle eventuali variazioni del carico. Tale accorgimento serve pure ad irrobustire il segnale, quando questo viene applicato a carichi gravosi. E questo è il motivo per cui, nei progetti costruttivi delle figure 5 e 7, è stato aggiunto il transistor MF1 che amplifica il segnale generato dall'oscillatore. Questo transistor pilota uno stadio classico a radiofrequenza, che non si rivela particolarmente critico. Dei due ingressi del transistor ad effetto di campo MF1, uno (g2) viene utilizzato per stabilizzare il punto di lavoro in corrente continua, l'altro (g1) serve per l'applicazione del segnale al semiconduttore.

Gli stadi finali di entrambi gli schemi delle figure 5 e 7 riescono ad isolare perfettamente gli ingressi dalle uscite, sfruttando la principale caratteristica del transistor ad effetto di campo.
Con i due circuiti ora analizzati, si ottengono ovviamente risultati diversi. E questi sono chiaramente evidenziati dalle due tabelle riportate alle figure 5 e 8, nelle quali sono elencati i valori dei componenti circuitali più critici, di cui si è abbondantemente parlato in precedenza e dove l'altezza dei segnali, rilevabile nella zona delle analisi spettrali, offre una valutazione quantitativa dell'intensità di segnale ricevuto su apposito radioricevitore, per esempio di tipo scanner, sul quale si possono memorizzare le varie fre-

Fig. 10 - Disegno in grandezza reale del ciruito stampato necessario per la realizzazione di entrambi i progetti pubblicati nelle figure 5 e 7.

quenze generate dai due tipi di oscillatori.
L'analisi condotta con il frequenzimetro, contrariamente a quella effettuata con il ricevitore scanner, che consente di vedere tutte le varie armoniche esistenti, permette la lettura della frequenza del solo segnale uscente dai due progetti.

IMPIEGO DELLO SCANNER

L'impiego dello scanner come ricevitore dei segnali generati dai due progetti di oscillatori delle figure 5 e 7 è alquanto semplice. Anche se l'operazione di controllo potrebbe sembrare dapprima assai complessa.
Poiché il quarzo fin qui preso in esame è da 100 MHz, con frequenza fondamentale a 20 MHz, si comincia col memorizzare nel ricevitore questa e le successive frequenze aumentate di 20 in 20 MHz, cioè: 20 - 40 - 60 - 80 - 100 - 120 - 140 - 160 - 180 - 200 - 220 - 240 ecc. MHz.
Il "MODE" del ricevitore deve essere posizionato in FM a larga banda, onde consentire la lettura del segnale anche quando questo appare lievemente spostato rispetto alla frequenza calcolata. Per esempio nel valore di 20.007.000 Hz contro i 20.000.000 Hz calcolati. Ciò può facilmente accadere e lo si riscontra soprattutto nelle armoniche più alte, dove la differenza è assai più sensibile. Ma queste sono soltanto notizie utili per chi possiede questo modello di radioricevitore che, come è risaputo, è alquanto costoso e in possesso di pochi dilettanti.

ESEMPIO DI MONTAGGIO

I due progetti delle figura 5 e 7 utilizzano, per la loro realizzazione, uno stesso circuito stampato, quello il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 10, che va composto su una

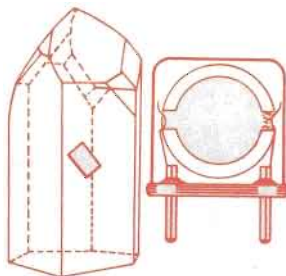
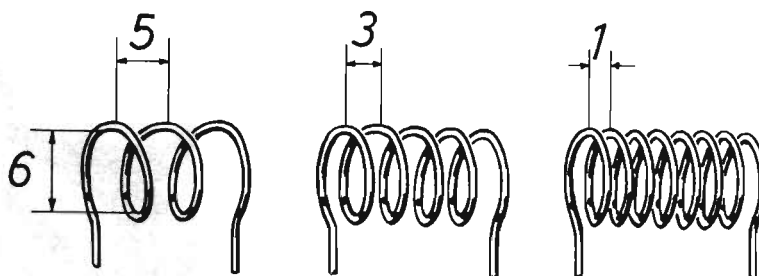



Fig. 11 - Queste sono le tre diverse bobine che il lettore dovrà approntare per L1, conservandole a disposizione del progetto di oscillatore realizzato e considerandole pronte per ogni eventuale sostituzione. Il filo di rame argentato, con cui sono avvolte, è dello stesso diametro per tutte: 0,6 mm. Per la bobina di sinistra, da 0,05 μH, occorrono 3 spire, spaziate tra loro di 5 mm. Per la bobina in posizione centrale, da 0,07 μH, occorrono 5 spire spaziate di 3 mm. Per quella di destra, da 0,2 μH, servono 8 spire spaziate di 1 mm. Il diametro del solenoide è uguale per tutte: 6 mm.

delle due facce di una basetta di bachelite delle dimensioni di 5 cm x 7 cm. Un unico circuito stampato, infatti, consente di sperimentare i due progetti di oscillatori con il solo spostamento di alcuni componenti.
Lo schema pratico pubblicato in figura 9, interpreta il montaggio del circuito oscillatore di figura 5, sul quale vengono descritte, qui di seguito, le operazioni di taratura. Non prima, tuttavia, di aver elencati i dati costruttivi delle bobine da 0,05 μH, 0,07 μH e 0,2 μH citate nelle due tabelle pubblicate nelle figure 6 e 8.
In figura 11 sono riportate le tre bobine nei valori induttivi citati a partire da sinistra. Per L1, quindi, si debbono comporre tre bobine come quelle di figura 11, tutte realizzate con filo di rame argentato del diametro di 0,6 mm.
Per la prima bobina di sinistra di figura 11, quella da 0,04 μH, occorrono 3 spire avvolte in aria su diametro di 6 mm e spaziate fra loro di 5 mm. Per la seconda, quella da 0,07 μH, riportata in posizione centrale di figura 11, necessita-

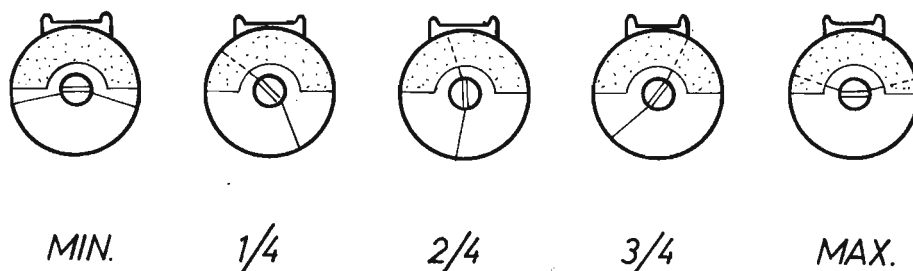



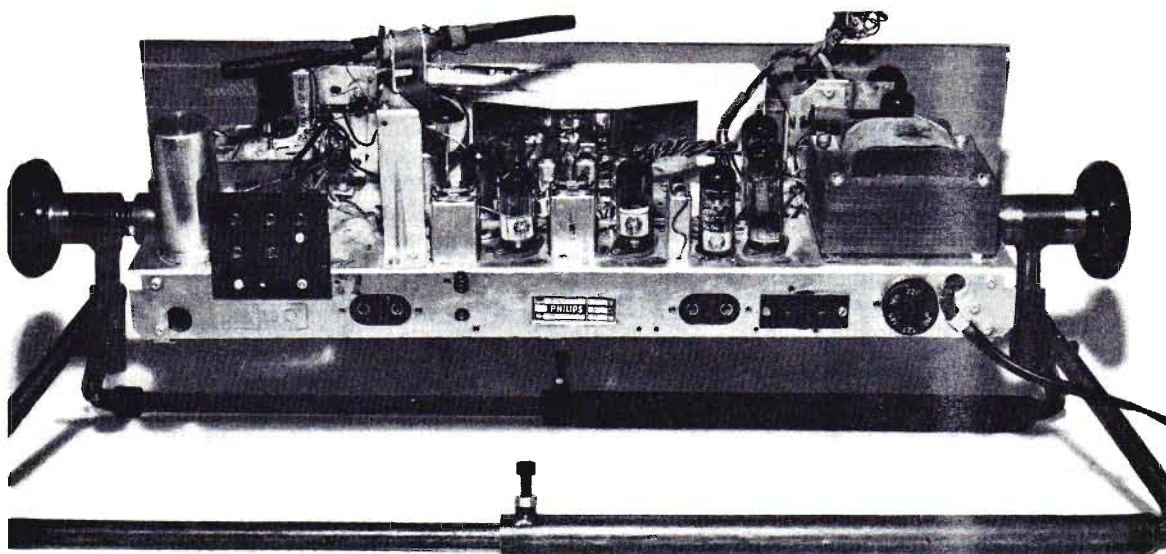
Fig. 12 - Queste sono le possibili e principali configurazioni delle lamine mobili, rispetto a quelle fisse, del compensatore di taratura C3 di figura 5. Il minimo valore capacitivo è raggiunto con tutte le lamine estratte. Quello massimo si raggiunge con le lamine tutte introdotte (linee tratteggiate).

no 5 spire con spaziatura di 3 mm. Per l'ultima, quella da 0,2 μH, a destra di figura 11, servono 8 spire con spaziatura di 1 mm. Il diametro dei solenoidi è sempre lo stesso, di 6 mm.
Detto ciò, supponiamo ora di generare, con il circuito di figura 5, un segnale a 100 MHz. Ebbene, consultiamo la tabella di figura 6 e rileviamo che al compensatore C3 si deve attribuire il valore di 8 pF. Dunque questo va tarato con le lamine mobili quasi tutte fuori.
Per la bobina L1 occorre il modello da 0,07 μH, per R1 il valore di 5.600 ohm e per R2 quello di 860 ohm.
Al circuito di figura 9, realizzato con questi componenti, si può ora applicare la tensione di alimentazione, regolando C5 per il massimo segnale in uscita e perfezionando la taratura di C3. Inserendo e disinserendo l'alimentatore, l'oscillatore deve riprendere a funzionare ogni volta senza esitazione alcuna.
La scelta del circuito, fra i due proposti ed il conseguente impiego della relativa tabella di valori, dipendono dall'impiego che l'operatore deve fare. Per esempio, nella realizzazione di un calibratore, è necessario prevedere un gran numero di armoniche, mentre un oscillatore di conversione ne deve avere poche e deboli.
In alcuni casi, in parallelo alla bobina L1, si inserisce una resistenza da 560 ohm, 470 ohm o 330 ohm, come indicato nella tabella di figura 8, allo scopo di abbassare il coefficiente di merito Q del circuito di sintonia.

VECCHIE RADIO A VALVOLE

TUBI ELETTRONICI

Il restauratore delle vecchie radio, che normalmente interviene sulle moderne apparecchiature elettroniche transistorizzate, non sempre conosce il funzionamento e la composizione interna delle valvole. Ma quando sorge la necessità di sostituire o controllare uno di questi componenti, occorre avere una certa preparazione tecnica specifica, perché difficilmente si riesce a reperire sul mercato un elemento perfettamente identico a quello troppo esaurito o assolutamente inutilizzabile, ed è quindi necessario provvedere, con cognizione di causa, alla sostituzione di un modello con altro caratterizzato da sigla diversa, ma adattabile all'adempimento della funzione del primo. Dunque, in queste pagine, a beneficio dei lettori più giovani, che non hanno vissuto il tempo delle valvole e per coloro che ancora non hanno trovato l'occasione di leggere questo importante capitolo della radiotecnica, ci soffermeremo esclusivamente sui principi teorici che regolano il comportamento di alcune valvole elettroniche. Cominciamo quindi col dire che cosa sono questi importantissimi elementi, sempre presenti nelle vecchie radio e che assumono pure la denominazione di "tubi elettronici".

Le valvole elettroniche, nei vecchi radioricevitori, rappresentano gli elementi di maggiore importanza tecnica nella composizione circuitale di ogni apparato. Di queste il riparatore deve conoscere la composizione interna e l'esatta funzione elettrica, sia per l'eventuale sostituzione con modelli similari, sia per ogni necessaria correzione alle tensioni applicate.

Che cos'è una valvola
Il fenomeno termoelettrico
Filamento - catodo - placca
Diodo raddrizzatore
Il triodo
Funzione della griglia

CHE COS'È UNA VALVOLA

Nella maggior parte dei casi, le valvole utilizzate nel settore radiotecnico si presentano sotto forma di cilindretti di vetro, chiusi, simili al bulbo di una lampadina, dentro il quale è stato creato il vuoto spinto, cioè svuotato dell'aria che lo riempiva.
Internamente al cilindretto di vetro sono inseriti alcuni elementi di materiale conduttore, opportunamente sagomati e denominati elettrodi, che sono elettricamente collegati coi terminali fissati alla base e chiamati piedini.
Gli elettrodi di maggior rilievo tecnico sono il catodo, la placca o anodo e le griglie. Con i quali la valvola, che è un componente attivo, apporta generalmente potenza ai segnali elettrici applicati, amplificandoli. Ma un altro aspetto fondamentale della valvola è quello di oscillare, ossia di generare tensioni e correnti alternate a frequenze basse o elevate. La valvola consente ancora di raddrizzare le correnti alternate, erogando, in uscita, una corrente unidirezionale, sempre dello stesso segno.

FENOMENO TERMOELETTRICO

Ogni valvola, per il suo funzionamento, si avvale del ben noto fenomeno termoelettrico, quello per cui ogni corpo metallico, se efficacemente riscaldato, si avvolge spontaneamente di una nube di elettroni. I quali escono dalla superficie del corpo a temperatura sufficientemente elevata, vagano nello spazio circostante, ad una certa distanza da questo, dove ricadono per liberarsi poi nuovamente. La nube di elettroni. quindi, non è statica, ma è formata da un continuo movimento di elettroni che entrano ed escono dall'elemento metallico caldo. Ed il lavoro continuo di tutti i movimenti degli elettroni si compie a spese dell'energia termica som-

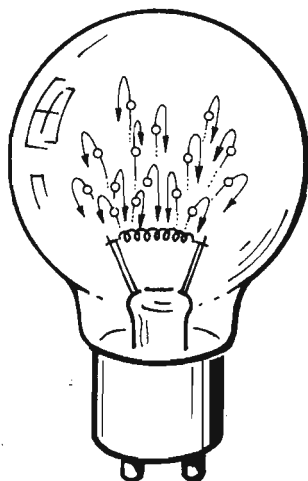



Fig. 1 - Nelle comuni lampadine per illuminazione domestica si sviluppa il fenomeno della termoelettricità. Dal filamento acceso fuoriescono gli elettroni, che formano la "nube elettronica".

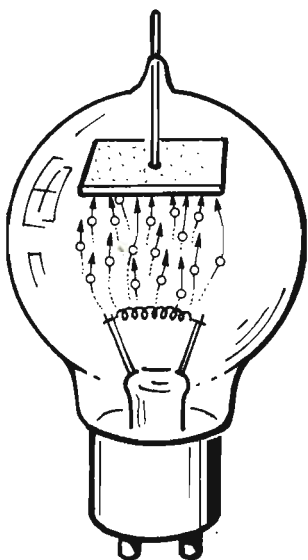



Fig. 2 - Se in una lampadina fosse applicata, in posizione opposta a quella del filamento, una piastrina metallica, questa attirerebbe una parte degli elettroni emessi dalla spiralina incandescente, diventando una valvola.

ministrata al metallo.
Il fenomeno ora descritto si manifesta ogni giorno, davanti ai nostri occhi, nelle comuni lampadine ad incandescenza per l'illuminazione domestica, come segnalato in figura 1, nella quale la porzione di filo di resistenza, avvolto a spiralina, appare circondato da una miriade di elettroni, che sono cariche elettriche negative, in continuo movimento.
Il concetto di termoelettricità si trasferisce agevolmente dalla lampadina ad incandescenza alla valvola elettronica, se il disegno di figura 1 viene completato, per mezzo dell'inserimento di una placchetta metallica, nel modo segnalato in figura 2, che dimostra come, in tal caso, gli elettroni fuoriusciti dal filamento, vadano a condensarsi sulla piastrina metallica sovrastante. Ma, come abbiamo detto, affinché si manifesti l'evento, la valvola necessita di una sorgente di calore, più precisamente si deve riscaldare un suo elettrodo, quello preposto alla formazione di elettroni liberi.

IL CATODO

Le sostanze che possono essere portate alla temperatura necessaria per una emissione elettronica soddisfacente, senza peraltro fondere, sono poche. Tra esse prevalgono il tungsteno, il torio, l'ossido di bario ed altri ossidi che, per questo scopo, vengono depositati su una superficie metallica per la fabbricazione dei catodi delle valvole elettroniche.
Dunque, gli elettrodi emettitori di elettroni assumono la denominazione di catodi e possono essere di tipo a riscaldamento diretto o indiretto. Il primo tipo è rappresentato direttamente dal filamento della valvola, che in ogni caso è sempre presente, il secondo è costituito da un tubetto metallico, ricoperto da uno strato di ossido, caratterizzato da una notevole attitudine ad emettere elettroni, isolato elettricamente dal filamento in esso contenuto.
L'incandescenza del filamento provoca il riscaldamento del tubetto metallico, cioè del catodo. Quando invece manca questo elettrodo, e la valvola assomiglia di più ad una lampadina, il riscaldamento è provocato dalla corrente che percorre il filamento, che diviene esso stesso il generatore di elettroni liberi, fungendo così da catodo.

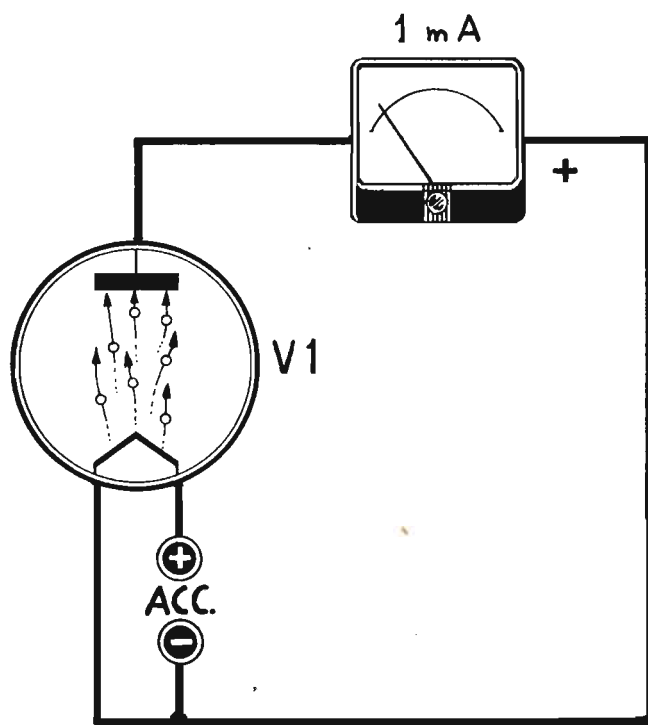



Fig. 3 - Gli elettroni attratti dalla placca provocano una debole corrente anodica segnalata dal milliamperometro, sul quale si chiude il circuito valvolare.

LA PLACCA

Come è stato detto, gli elettroni liberi, usciti dal catodo, gravitano, internamente alla valvola, attorno al catodo stesso. Tuttavia, se nella valvola si trova una placchetta metallica, come segnalato in figura 2, gli elettroni vanno in parte a depositarsi su questa e se il circuito placca-filamento viene chiuso attraverso un milliamperometro, lungo il percorso elettrico viene a svilupparsi addirittura una debole corrente, come segnalato nello schema di figura 3. Nel quale il filamento è mantenuto acceso (ACC.) da un generatore elettrico, ad esempio una pila, mentre il milliamperometro deve essere inserito con il morsetto negativo rivolto verso la placca, che assume pure la denominazione di anodo; la corrispondente corrente prende il nome di "corrente anodica". Ovviamente, in assenza di altre sorgenti di energia elettrica, lungo il percorso circuitale di figura 3, l'intensità di corrente è minima e si aggira intorno a qualche frazione di milliampere o, al massimo, ad un milliampere (1 mA).

Se nello schema di figura 3 la corrente elettrica è debolissima, in quello di figura 4 assume proporzioni notevoli, perché nel circuito è stato inserito un generatore di tensione anodica (ANOD.). Infatti, questa volta la placca appare polarizzata positivamente tramite il generatore anodico e può così attrarre in grande quantità gli elettroni che, come è risaputo, sono particelle elettriche cariche di elettricità negativa, ossia di segno elettrico opposto a quello del morsetto dell'alimentatore ANOD.

Facciamo notare che nello schema di figura 4, contrariamente a quanto si verifica in quello di figura 3, il milliamperometro è inserito con le polarità invertite, ovvero con il morsetto positivo rivolto verso l'anodo della valvola V1, perché questa volta la placca è positiva rispetto al catodo.

Se il generatore di tensione anodica viene inserito nel circuito con le polarità invertite, come

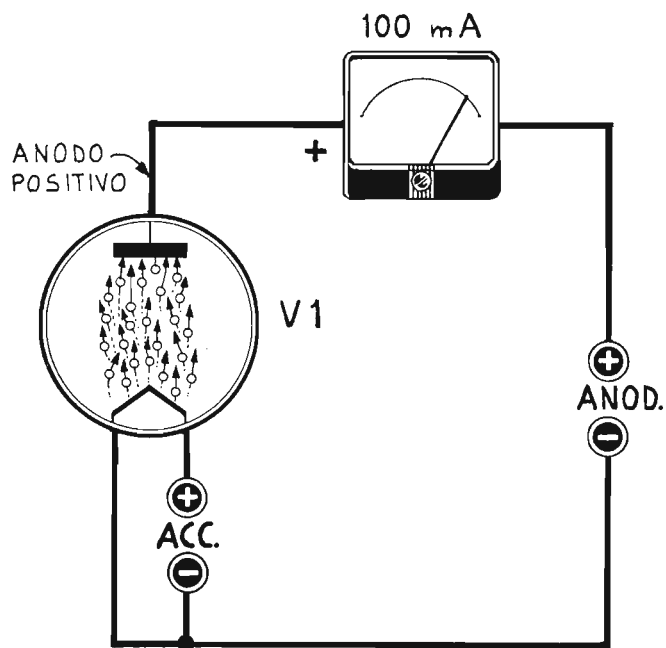



Fig. 4 - Quando nel circuito di placca della valvola viene inserito un alimentatore ANOD., la corrente che fluisce attraverso lo strumento ad indice assume valori di intensità notevoli.

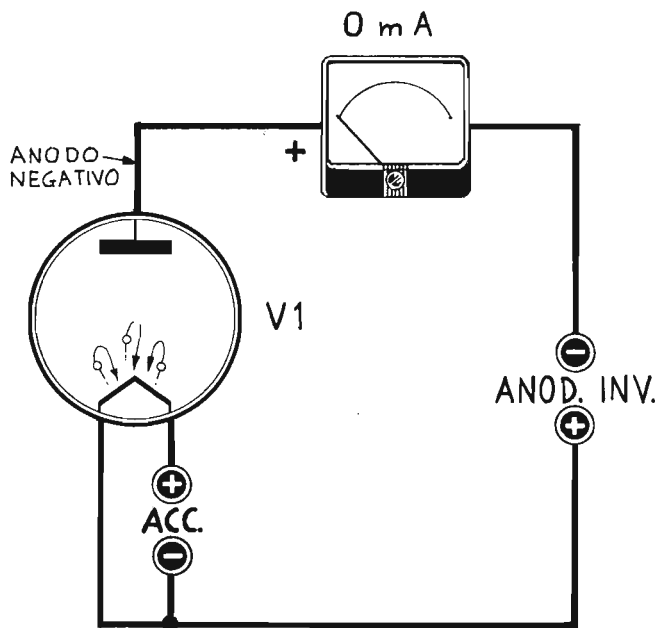



Fig. 5 - La corrente anodica si annulla e la valvola va all'interdizione quando il generatore di tensione rimane inserito con le polarità invertite, ossia con il morsetto negativo rivolto verso la placca.

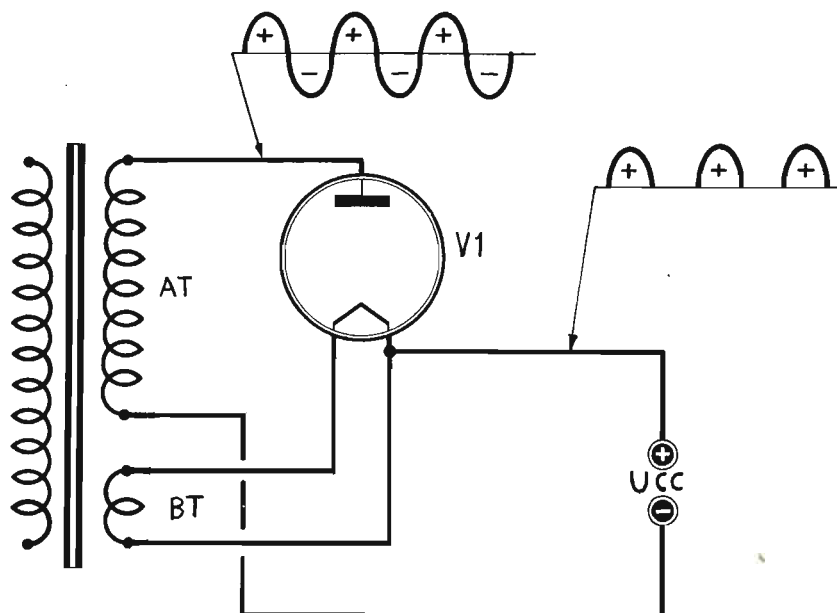



Fig. 6 - Una delle principali funzioni del diodo va ravvisata nella sua possibilità di raddrizzare le tensioni alternate, cioé di ridurre le sinusoidi intere ad un treno di semionde positive in uscita dal catodo.

illustrato in figura 5, nessuna corrente fluisce attraverso il circuito, perché la placca diventa negativa e respinge quindi gli elettroni emessi dal filamento, che sono costretti a ricadere su di esso.

DIODO RADDRIZZATORE

La struttura semplificata della valvola elettronica, fin qui presa in considerazione, si identifica con il modello più semplice di valvola, quella denominata diodo, perché composta da due soli elettrodi: il catodo e l'anodo, anche se il catodo è sostituito dal filamento, che funge direttamente da catodo. Dunque, vengono chiamati diodi anche quelle valvole che contengono i tre elettrodi essenziali per il loro funzionamento: filamento, catodo e placca. Perché il filamento, cioè l'elemento riscaldante, non viene considerato un elettrodo fondamentale agli effetti dell'impiego della valvola.
Il diodo viene utilizzato nei circuiti radioelettrici per svolgere diversi compiti. Quelli più importanti sono due: raddrizzare le correnti alternate e rivelare i segnali radio.
Il funzionamento del diodo raddrizzatore è semplice ed è illustrato in figura 6. Sull'avvolgimento secondario del trasformatore, quello in cui è presente la tensione più elevata, segnalata con AT, si alternano le tensioni positive e negative, che vengono identificate per mezzo di un treno di sinusoidi, composte da semionde di entrambi i segni elettrici e riportato in alto di figura 6.
Il catodo della valvola V1, qui rappresentato dal solo filamento, è alimentato dalla tensione più bassa, erogata dall'altro avvolgimento secondario BT (Bassa Tensione). Dunque, quando l'anodo, cioè la placca della valvola V1 è positiva rispetto al catodo, ossia al filamento, la corrente elettronica fluisce internamente a V1; quando sulla placca è presente la tensione negativa, gli elettroni vengono respinti verso il catodo e non si verifica alcun passaggio di corrente.
Per concludere, si può ora affermare che il diodo conduce corrente sempre e soltanto quando l'anodo è positivo nei confronti del catodo e

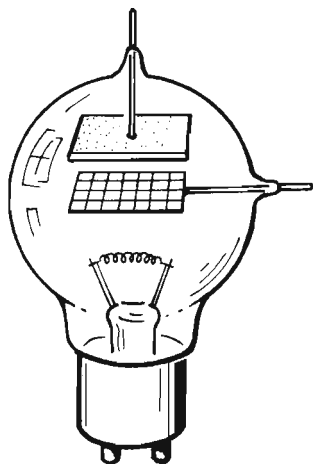



Fig. 7 - L'inserimento del terzo elettrodo, tra il catodo e la placca della valvola, ossia della griglia, consente di pilotare, dall'esterno, il flusso elettronico.

con tale comportamento riesce a raddrizzare la corrente alternata che, dalla sua espressione originale muta in quella di corrente pulsante unidirezionale, come indicato dalla presenza delle semionde positive riportate sulla destra del disegno di figura 6.

IL TRIODO

L'invenzione del triodo, ovvero della valvola a tre elettrodi, quella schematizzata in figura 7, rappresentò uno dei più importanti passi nel mondo dell'elettronica. Perché fino al 1907 il diodo fu l'unico modello di valvola ad essere utilizzato nei primitivi sistemi di radiocomunicazioni del tempo. In quello stesso anno, infatti, l'americano Lee De Forest aggiunse al diodo un terzo elemento, trasformando il diodo nel triodo. E questa innovazione non solo modificò sostanzialmente il funzionamento del diodo, ma aprì una vera e propria era nel settore della radio.

Il triodo non differisce molto dal diodo nella sua struttura e nella realizzazione, se si eccettua la presenza del terzo elettrodo, che prende il nome di "griglia pilota" o "griglia controllo" e che, come appare in figura 7, rimane interposto fra il catodo e la placca.

La presenza della griglia controllo nel triodo ha reso possibile il processo di amplificazione, con il quale si può aumentare, anche grandemente, l'ampiezza di un segnale, per quanto debole questo sia.

L'elemento nuovo, vale a dire la griglia, si presenta normalmente sotto forma di spirale di sottile filo metallico avvolto attorno al catodo, ad una certa distanza da questo e quindi isolata dal catodo. Ma le dimensioni, la forma e la distanza fra gli elettrodi del triodo, come pure di ogni altra valvola, variano, a seconda dell'impiego particolare cui viene adibito il componente elettronico.

Fig. 8 - Il triodo può essere assimilato al moderno transistor, nel quale l'elettrodo di base assume un comportamento analogo a quello della griglia controllo della vecchia valvola.

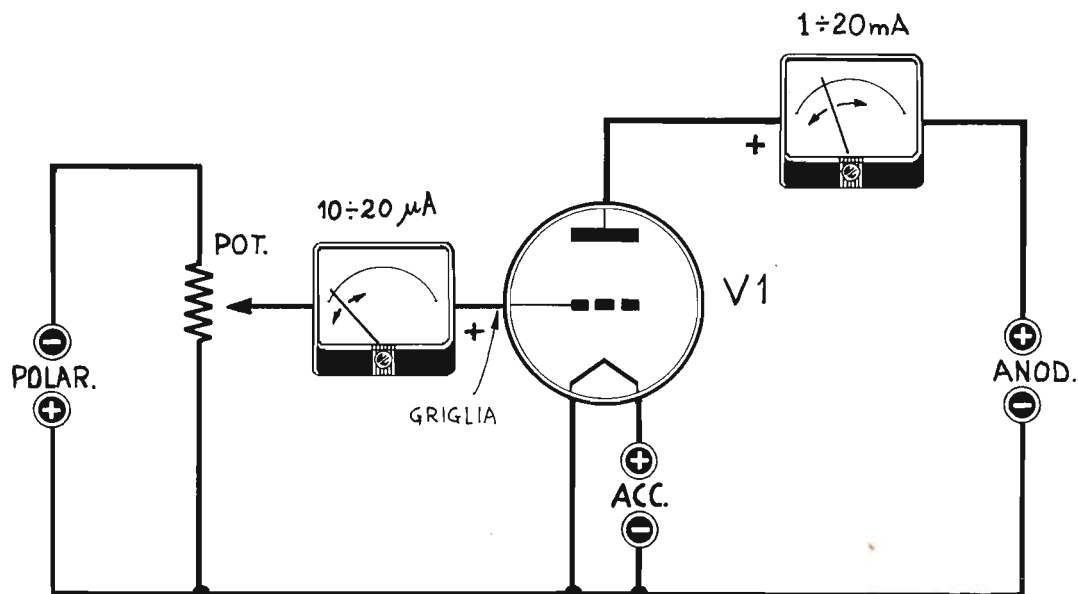



Fig. 9 - Questo semplice circuito vuol interpretare il concetto di amplificazione di un segnale, applicato alla griglia controllo e poi valutato tramite un milliamperometro inserito nel circuito anodico del triodo.

Fig. 10 - Simboli elettrici di valvole elettroniche a più elettrodi e contenenti diverse sezioni, il cui funzionamento di base riflette sempre quello del comune triodo.

I metalli che servono per la costruzione delle griglie sono normalmente il molibdeno, il nichel-cromo, il ferro, il tungsteno, il tantalio e le leghe di ferro e nichel. Le differenti dimensioni della griglia e la diversa spaziatura delle spire che compongono l'elettrodo, riflettono le possibili prestazioni della valvola.
Nel simbolo caratteristico della valvola triodo, la griglia viene disegnata con una linea tratteggiata, interposta fra il catodo e l'anodo, come segnalato sulla sinistra di figura 8, nella quale questa valvola a tre elettrodi viene paragonata al moderno transistor tramite le seguenti corrispondenze:

anodo (a) = collettore (c)

griglia (g) = base (b)

catodo (k) = emittore (e)

FUNZIONE DELLA GRIGLIA

Il compito della griglia controllo consiste nel regolare il flusso di elettroni fra catodo e placca, ossia la corrente che scorre attraverso la valvola. La griglia controllo, dunque, può essere assimilata al rubinetto dell'acqua, che è in grado, a seconda della sua regolazione, di controllare il getto idrico. Quando la griglia lo permette, nel triodo scorre una corrente di rilevante intensità fra catodo e anodo, mentre in altre condizioni, imposte elettricamente dall'esterno, può bloccare la corrente o ridurla ai valori più bassi. Ma affinché il triodo funzioni occorre, per prima cosa, che tra anodo e catodo esista una forte differenza di potenziale, con l'anodo positivo rispetto al catodo, in modo che gli elettroni vengano attratti dalla placca con molta forza. Ora, se alla griglia non si applica alcuna tensione, la valvola si comporta come un diodo, come se la griglia non esistesse. Se invece alla griglia si applica una tensione leggermente positiva rispetto al catodo, questa agisce come un secondo anodo, attirando parte degli elettroni che escono dal catodo. Tale condizione elettrica, tuttavia, è priva di interesse. Ma quando si applica alla griglia una tensione lievemente negativa rispetto al catodo, si nota una sensibile variazione della corrente che scorre internamente alla valvola, una variazione negativa, nel senso che la corrente diminuisce, in quanto la griglia negativa rinvia verso il catodo parte degli elettroni da questo precedentemente emessi. Se poi la tensione di griglia diviene sempre più negativa rispetto al catodo, la diminuzione della corrente nella valvola si riduce ulteriormente. Ad un certo punto, per un determinato valore della differenza di potenziale tra griglia e catodo, la corrente cessa ed il funzionamento della valvola si blocca. Questo valore di tensione prende il nome di "tensione di interdizione".
Normalmente, il triodo è destinato a funzionare con tensioni di griglia, rispetto al catodo, che oscillano tra quelle di interdizione e lo zero volt. Il principio sfruttato è quello secondo cui piccole variazioni della tensione di griglia provocano grandi modificazioni della corrente anodica che, a sua volta, è in grado di produrre notevoli modifiche della tensione sui terminali di una resistenza percorsa da tale corrente. Come accade negli apparati amplificatori che, prelevando energia dalla sorgente di alimentazione

della tensione anodica, la cedono poi al segnale d'ingresso in griglia, consentendo che questo appaia aumentato, in tensione o potenza, sui terminali della resistenza di carico inserita fra anodo e alimentatore.
Il comportamento del triodo, in funzione delle tensioni di griglia, che prendono il nome di tensioni di polarizzazione, è illustrato in figura 9. Dove la tensione, prelevata da un generatore (POLAR.) tramite un potenziometro (POT.), viene applicata all'elettrodo di comando della valvola V1.
Il generatore di tensione è inserito nel circuito di figura 9 con la polarità negativa rivolta verso la griglia controllo ed anche il microamperometro, che misura l'eventuale corrente, quella che, uscendo al generatore, raggiunge il catodo (filamento) e la griglia, per rientrare attraverso il morsetto negativo, appare orientato con il terminale negativo verso il potenziometro e quello positivo sulla griglia.
Regolando il cursore del potenziometro, è possibile variare la tensione di polarizzazione tra il valore di 0 V e le altre grandezze negative, senza derivare mai quelle positive.
Con tensioni di griglia molto negative, fra il catodo e l'anodo fluisce una corrente di intensità ridotta.
Quando, ad esempio, le correnti di griglia oscillano fra i 10 μA e i 20 μA, le correnti anodiche possono assumere valori compresi fra 1 mA e 20 mA e in ciò consiste il principio di amplificazione della valvola triodo precedentemente ricordato.

CORSO ELEMENTARE DI ELETTRONICA

PRIMI PASSI

INTEGRATI OPERAZIONALI BIFET

Attraverso l'esposizione di alcuni concetti e qualche pratica applicazione, in queste pagine si vuole invitare il lettore a prendere conoscenza di quegli integrati operazionali, non ancora trattati nella presente rubrica, che accoppiano le più avanzate tecnologie bipolari con quelle fet in una serie di componenti di elevate prestazioni e prezzi contenuti.
Per le loro eccezionali caratteristiche, gli integrati operazionali bifet vantano, attualmente, una larga diffusione nel mondo delle applicazioni elettroniche. Con prerogative che rappresentano il risultato di un continuo progresso tecnologico, che ha perfino offuscato il successo raggiunto dai primi operazionali, quale ad esempio il μA 709, cui corrisponde un modesto guadagno, certamente non disgiunto da comportamenti poco esaltanti. Perché i bifet integrano, nella loro struttura interna, le tecniche bipolari e fet, allo scopo di apparire dotati di un grande significato tecnico ed offrire risultati straordinari con costi assai ridotti.
La maggiore caratteristica elettrica degli operazionali bifet, quella che si erge su tutte le altre e che va menzionata per prima, deve ravvisarsi nell'elevato valore dell'impedenza d'ingresso. In secondo luogo si deve menzionare la possibilità di lavoro con frequenze di gran lunga superiori a quelle con cui possono funzionare gli operazionali integrati semplici, quali il ben noto μA 741. Come raffigurato nei due diagrammi pubblicati nelle figure 1 e 2, che interpretano assai

chiaramente tale importante pregio dei bifet. Il primo di questi, infatti, dimostra come, sul valore di frequenza di 1 Megahertz, l'operazionale semplice µA 741 possa offrire soltanto un guadagno unitario (1), mentre il secondo, che analizza il comportamento dell'amplificazione di un bifet in funzione della frequenza, fa vedere che il guadagno è superiore di ben dieci volte e più.
Nei due diagrammi, le lettere K assumono il significato di moltiplicatori per 1.000.

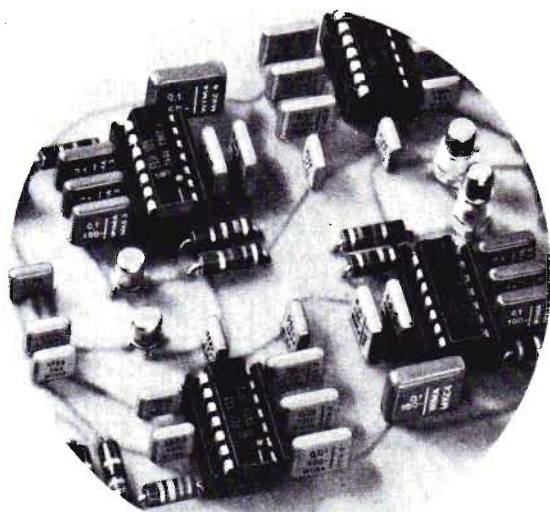
FAMIGLIE BIFET

Tra le tante famiglie di operazionali bifet, in questa sede cercheremo di analizzare il comportamento della serie TL, che è la più nota e maggiormente popolare, dato che le altre attualmente in commercio possono considerarsi quasi analoghe e dal funzionamento pressoché uguale. In ogni caso la famiglia TL va suddivisa in tre rami, ovvero:

1° = TL 08...
2° = TL 07...
3° = TL 06...

Questi sono molto simili tra loro e si differenziano soltanto per alcuni piccoli particolari.
Per esempio, il ramo TL 07... è caratterizzato da un rumore particolarmente basso ed è quindi preferito fra gli altri due nella maggior parte delle applicazioni audio, mentre il ramo TL 06..., necessitando di un minor consumo di energia elettrica, domina nel settore delle apparecchiature portatili, quelle alimentate a pile.
Per non dilungarci troppo in tediose analisi teoriche, ogni riferimento successivo coinvolgerà soltanto il ramo TL 08... che è certamente il più diffuso, sia a livello amatoriale come nell'ambito professionale. In particolare ci occuperemo del modello TL 081, con il quale più avanti verrà suggerito un pratico esperimento ed il cui schema elettrico interno è pubblicato in figura 3, mentre la figura 4 illustra la struttura tecnologica.

VARIANTI AL MODELLO TL 08...

La serie TL 08... comprende le seguenti quattro importanti variazioni: TL 080 - TL 081 - TL 082 - TL 084, le cui piedinature sono riportate attraverso le figure 5 - 6 - 7 - 8. Ma tutte appaiono montate in contenitore DIP a otto piedini.

Il modello TL 080, schematizzato in figura 5, è privo di compensazione di frequenza e dotato di controllo per l'annullamento di offset d'uscita.
L'offset-null, che corrisponde al piedino 5 dell'integrato, rappresenta una funzione di taratura, che si ottiene mediante trimmer resistivo, il quale regola la tensione al valore di 0 V sul piedino 6 d'uscita quando l'operazionale è alimentato con doppia tensione. Questo terminale, quindi, viene utilizzato soltanto quando è richiesta la massima precisione di lavoro dell'integrato. Il più delle volte, dunque, rimane non collegato (n.c.).
L'integrato TL 081, la cui piedinatura è riprodotta in figura 6, è uguale costruttivamente a quello ora presentato, ma è dotato di compensazione interna di frequenza.
Il modello TL 082, il cui schema è riportato in figura 7, è praticamente un doppio TL 081, montato in un unico contenitore a otto piedini. Questo operazionale è privo di offset-null. Anche l'integrato TL 084 è un modello multiplo, più esattamente, come si può osservare in figura 8, è un operazionale quadruplo, privo di controllo di offset-null e montato in un contenitore a quattordici piedini.

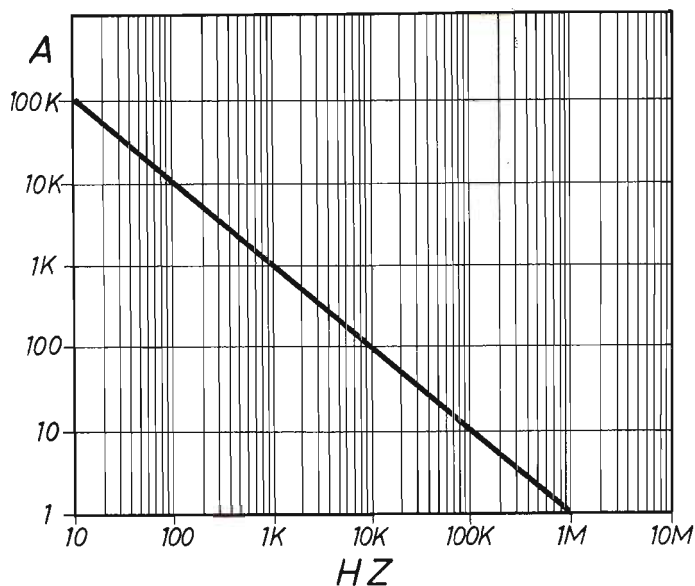



Fig. 1 - Diagramma indicativo del processo di amplificazione di un integrato µA 741 in funzione della frequenza dei segnali applicati. Si noti come, sul valore di 1 MHz, l'amplificazione A valga appena 1.

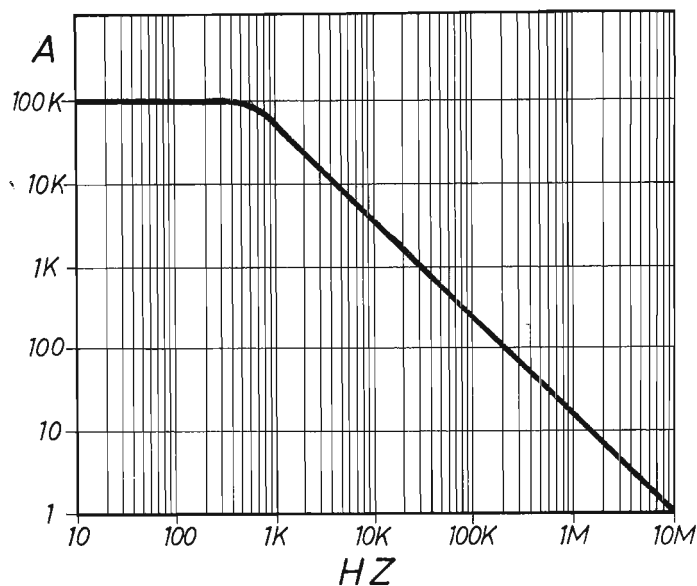



Fig. 2 - Con la pubblicazione di questo diagramma si vuol dimostrare come l'amplificazione A di un operazionale bifet risulti almeno dieci volte superiore a quella del comune µA 741.

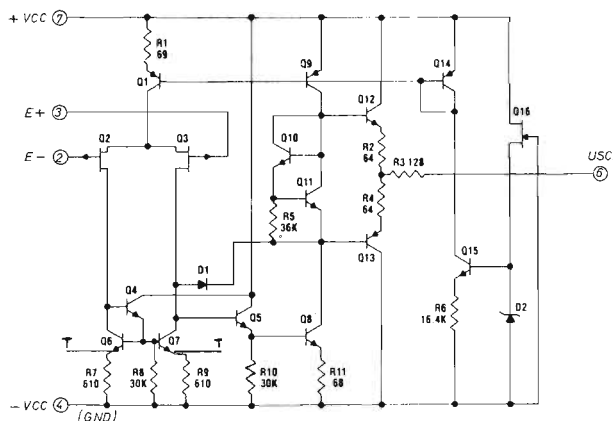



Fig. 3 - Schema teorico completo dell'operazionale bifet modello TL 081. Con le lettere T vengono segnalati i punti di taratura della tensione d'uscita.

CIRCUITO DEL BIFET

Ogni operazionale bifet integra, in un unico supporto, la tecnologia bipolare e quella fet, come è stato detto in precedenza. Ma ciò può essere dimostrato teoricamente tramite lo schema semplificato riprodotto in figura 13 che, contrariamente a quello particolareggiato di figura 3 e relativo all'operazionale TL 081, va considerato soltanto come circuito indicativo. Tuttavia, in questo stesso disegno si può notare la presenza dello stadio d'ingresso a fet (FT1), che conferisce al circuito doti di elevatissima impedenza d'entrata ed alta velocità di risposta.
Allo stadio pilotato da FT1 fa seguito quello amplificatore a transistor bipolari, tipico degli integrati operazionali.
Gli elementi GCC1 e GCC2, citati nello schema di figura 13, rappresentano due generatori di corrente costante. I fet e i transistor comuni,

Fig. 4 - Struttura interna di un generico integrato operazionale bifet montato in contenitore DIP a otto piedini.

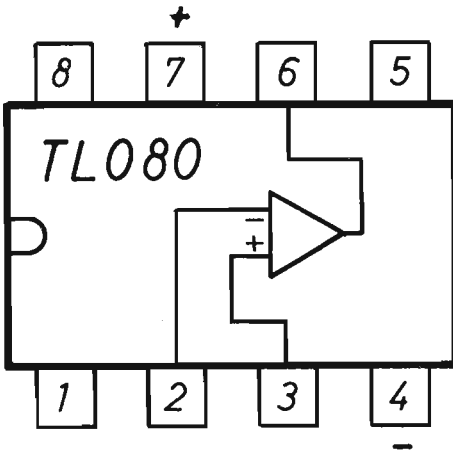



Fig. 5 - Piedinatura dell'integrato operazionale bifet modello TL 080 a otto piedini cui vanno assegnate le seguenti corrispondenze:

1 = offset-null (compens.)
2 = ingr. inv.
3 = ingr. non inv.
4 = −Vcc
5 = offset-null
6 = uscita
7 = +Vcc
8 = compens.

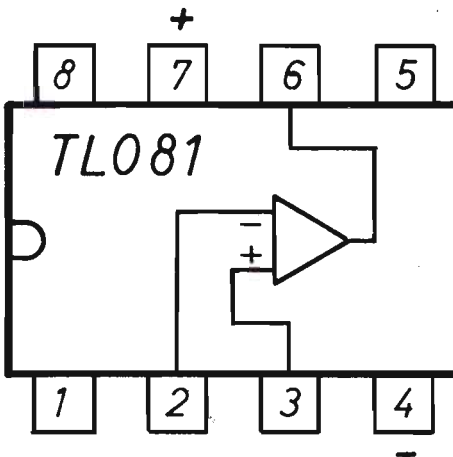



Fig. 6 - Piedinatura del modello di integrato operazionale bifet TL 081, i cui otto piedini assumono le seguenti corrispondenze:

1 = offset-null
2 = ingr. inv.
3 = ingr. non inv.
4 = −Vcc
5 = offset-null
6 = uscita
7 = +Vcc
8 = non coll.

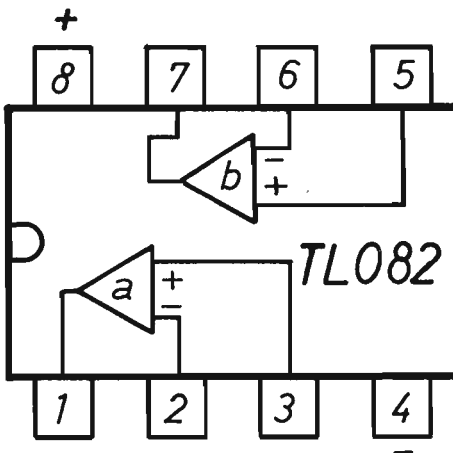



Fig. 7 - Schema di corrispondenza tra le funzioni elettroniche interne dell'integrato operazionale bifet modello TL 082 ed i suoi otto piedini.

1 = uscita
2 = ingr. inv.
3 = ingr. non inv.
4 = −Vcc
5 = ingr. non inv.
6 = ingr. inv.
7 = uscita
8 = +Vcc

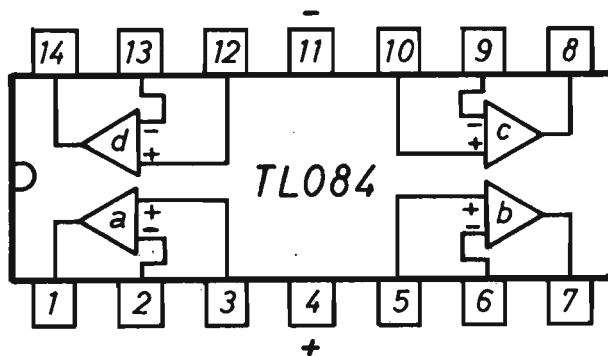



Fig. 8 - Il modello TL 084 dell'operazionale bifet è dotato di quattordici piedini, la cui corrispondenza è qui di seguito elencata.

1 = usc. (sez. a.)
2 = ingr. inv. (sez. a)
3 = ingr. non inv. (sez. a)
4 = +Vcc
5 = ingr. non inv. (sez. b)
6 = ingr. inv. (sez. b)
7 = usc. (sez. b)
8 = usc. (sez. c)
9 = ingr. inv. (sez. c)
10 = ingr. non inv. (sez. c)
11 = −Vcc
12 = ingr. non inv. (sez. d)
13 = ingr. inv (sez. d)
14 = usc. (sez. d)

ad ogni modo, amplificano e trattano opportunamente i segnali applicati all'ingresso, mentre tutti gli altri componenti svolgono compiti di stabilizzazione del punto di lavoro dell'operazionale bifet. In particolare, con la sigla CC si designa il condensatore di compensazione.
Qui di seguito, a solo scopo informativo, riportiamo alcuni valori comuni dei parametri elettrici riferiti ai modelli di operazionali bifet più noti e maggiormente reperibili in commercio:

Alimentazione	**= duale (± 15 V)**
Guadagno	**= 200.000 volte**
Banda passante	**= 3 MHz**
Imp. d'ingresso	**= 1.000.000 Megaohm**
Separaz. tra canali	**= 120 dB**

Nello schema elettrico completo dell'operazionale bifet TL 081, le lettere maiuscole T segnalano i punti circuitali di taratura della tensione d'uscita (offset-null) di cui si è parlato in precedenza.

UNA PRATICA APPLICAZIONE

Il campo di applicazioni degli integrati operazionali bifet abbraccia, a grandi linee, quello degli operazionali più tradizionali. Tuttavia, rispetto a questi ultimi, i bifet, come è stato ripetutamente affermato in precedenza, vantano una più elevata impedenza d'ingresso, una larga banda passante, un minimo rumore e una bassa distorsione, che li qualificano certamente come gli integrati più adatti alla composizione della maggior parte dei circuiti elettronici. In questa sede, tuttavia, senza prolungarci nella presentazione di alcuni schemi costruttivi, tenendo conto del carattere divulgativo generale dell'argomento, si è voluto proporre al lettore un semplice esperimento volto a dimostrare praticamente la più importante delle caratteristiche degli operazionali bifet, ovvero quella dell'elevata impedenza d'ingresso.
Il circuito sperimentale pubblicato in figura 9 serve a dimostrare come un diodo led DL rimanga acceso per breve tempo, se l'integrato IC è rappresentato dal modello µA 741, mentre il tempo di accensione del componente optoelettronico si allunga di molto quando per l'integrato IC viene montato il bifet TL 081. E ciò a causa dei diversi valori di impedenza d'ingresso caratteristici dei due componenti.
L'esperimento, nella sua prima parte, va condotto con l'IC µA 741, premendo per un attimo il pulsante, di tipo normalmente aperto, siglato con P1 nello schema teorico di figura 9. In seguito, questa stessa operazione va ripetuta dopo aver sostituito il µA 741 con il TL 081.
E ciò senza alcuna variazione circuitale nel dispositivo di prova, ma prevedendo l'impiego di uno zoccoletto portaintegrato in grado di agevolare le operazioni di innesto dei due integrati.

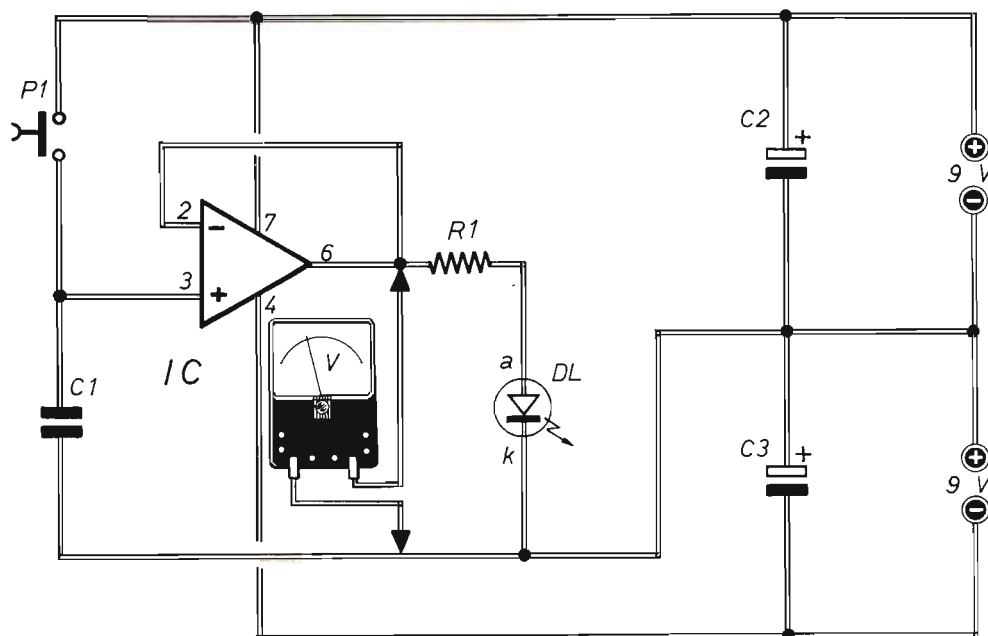



Fig. 9 - Schema teorico del circuito sperimentale, descritto nel testo, in grado di evidenziare i diversi valori di impedenza d'entrata fra i normali integrati operazionali e i bifet.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 100.000 pF (mylar)
C2 = 100 μF - 16 Vl (elettrolitico)
C3 = 100 μF - 16 Vl (elettrolitico)

Resistenza

R1 = 860 ohm - 1/4 W

Varie

IC = μA741 - TL081
DL = diodo led (quals. mod.)
P1 = pulsante (norm. aperto)
ALIM. = 9 Vcc + 9 Vcc

Poiché il circuito di figura 9 non deve svolgere le funzioni di amplificatore, ma soltanto quelle di segnalatore dei valori di impedenza d'entrata, sono assenti tutti quegli elementi che, in altra sede, sono stati abbondantemente analizzati ed inseriti nei diversi schemi utilizzatori degli operazionali. Pertanto, l'ingresso invertente, ravvisabile sul piedino 2, è stato collegato direttamente con l'uscita, dove la tensione assume lo stesso valore di quella di entrata. Il guadagno, quindi, è unitario e sull'ingresso non invertente, cioè sul piedino 3, si misura la massima grandezza dell'impedenza, proprio quella che, tramite l'esperimento, si vuol riscontrare.
L'alimentazione del semplice progetto di figura 9 è di tipo duale, ossia derivata da due pile da 9 V ciascuna, collegate in serie tra loro, in modo da disporre, rispetto alla linea di terra GDN delle due tensioni di + 9 Vcc e — 9 Vcc.
Quando si preme per un attimo il pulsante P1, si chiude il circuito di alimentazione ora descritto ed il condensatore C1 si carica. Ma questa carica elettrica raggiunge pure l'entrata non invertente 3 di IC, provocando l'accensione del diodo led DL attraverso la resistenza di protezione R1, perché l'uscita 6 di IC dal valore di tensione di 0 V si porta a quello di + 9 Vcc. Ora, se l'IC è rappresentato dall'integrato μA 741, il diodo led DL rimane acceso soltanto per un periodo di tempo di alcuni secondi, mentre

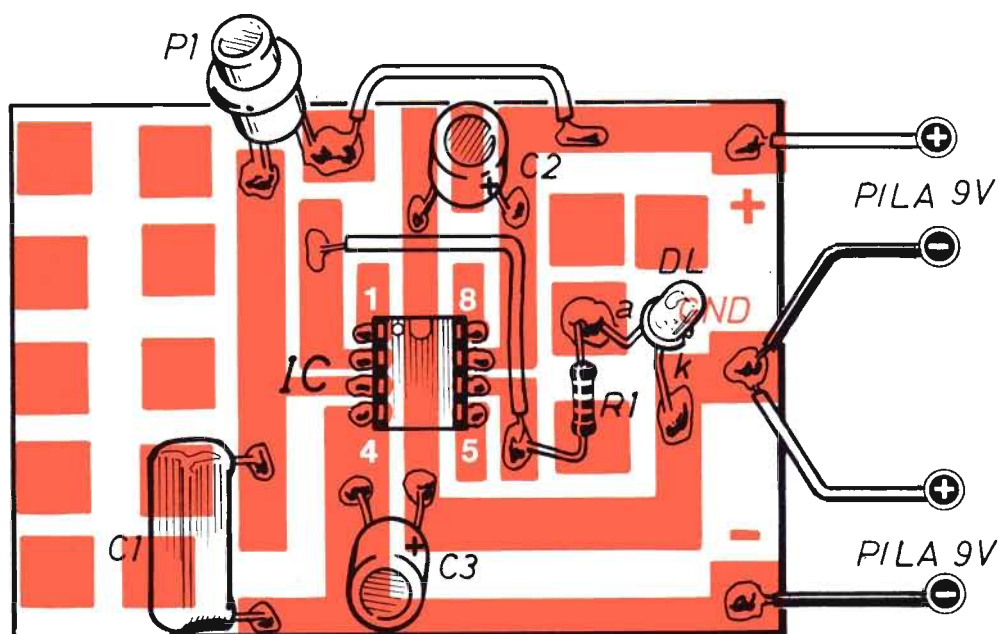



Fig. 10 - Piano costruttivo del dispositivo elettronico sperimentale di valutazione delle impedenze d'ingresso degli integrati operazionali. Si noti la presenza del ponticello, inserito fra un terminale del pulsante P1 e la lines di alimentazione positiva, necessario per garantire la continuità circuitale delle piste di rame.

con un integrato di tipo TL 081, il tempo di accensione del diodo led DL si protrae per alcuni minuti primi, generalmente per 5' ÷ 7'. Ciò significa che, durante il primo esperimento, l'integrato μA 741 oppone una minima impedenza al passaggio della corrente di scarica del condensatore C1, mentre nel secondo esperimento, in presenza dell'integrato operazionale bifet TL 081, la scarica del condensatore C1 avviene assai lentamente. Riassumento:

μA 741 = tempo acc. DL breve
TL 081 = tempo acc. DL lungo

I due fenomeni ora descritti possono essere pure seguiti tramite uno strumento indicatore analogico, come ad esempio un tester commutato nella funzione di voltmetro in continua e sulla scala di 10 Vcc ed inserito tra l'uscita di IC, piedino 6 dell'operazionale e la linea GDN, identificabile con quella comune dell'alimenta-

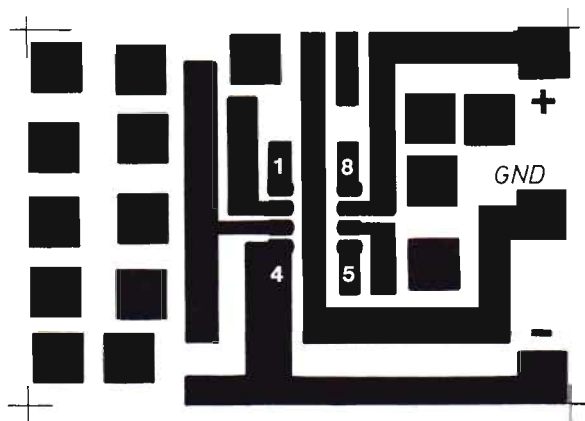



Fig. 11 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato da riprodurre su una basetta supporto di materiale isolante, necessaria per la costruzione del modulo elettronico del dispositivo sperimentale descritto nel testo.

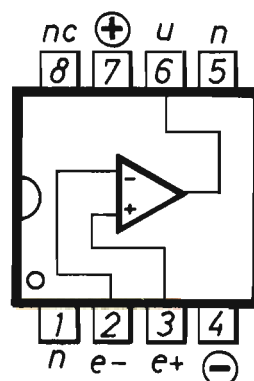



Fig. 12 - La piedinatura dell'operazionale μA 741 e del TL 081 è la stessa, quella qui riportata.

tore a 0 V. Ad occhio nudo si potrà seguire il comportamento dell'indice dello strumento durante i due esperimenti. Nel primo caso, infatti, con l'impiego dell'operazionale μA 741, l'indice del tester raggiunge immediatamente il valore di + 9 Vcc, ma rapidamente si porta poi sullo 0V. Nel secondo caso, invece, l'indice dello strumento ritorna verso l'inizio scala molto lentamente.

MONTAGGIO SPERIMENTALE

La realizzazione pratica del semplice progetto di figura 9 è pubblicata in figura 10, che rappresenta quindi il piano costruttivo del dispositivo sperimentale. Per il quale si deve approntare il circuito stampato presentato in grandezza reale in figura 11.
Ovviamente il disegno di figura 11 va riportato su una delle due facce di una basetta di materiale isolante, bachelite o vetronite, con dimensioni leggermente superiori a quelle di 7,15 cm x 5 cm.
Contrariamente a quanto accade nella maggior parte dei montaggi elettronici, nel modulo di figura 10 tutti i componenti sono applicati direttamente sulle piste di rame del circuito stampato e non nella parte opposta della basetta supporto, come invece accade normalmente. Ciò del resto appare ben evidenziato nel disegno del piano di cablaggio di figura 11 nel quale, anche se l'integrato IC risulta applicato sulle corrispondenti piste di rame senza l'interposizione di apposito zoccolo, quest'ultimo deve necessariamente essere montato onde consentire lo scambio degli integrati operazionali durante gli esperimenti, soprattutto in considerazione del fatto che i due operazionali μA 741 e TL 081 hanno la medesima zoccolatura, esattamente quella illustrata nello schema di figura 12.
L'apparato illustrato in figura 10, se correttamente montato, deve funzionare subito, senza sollevare alcun problema. Ciò che importa, infatti, va limitato al rispetto delle polarità dei componenti in fase di saldatura dei loro reofori, all'innesto preciso dell'operazionale sul suo zoccolo e all'ordine di collegamento delle due pile

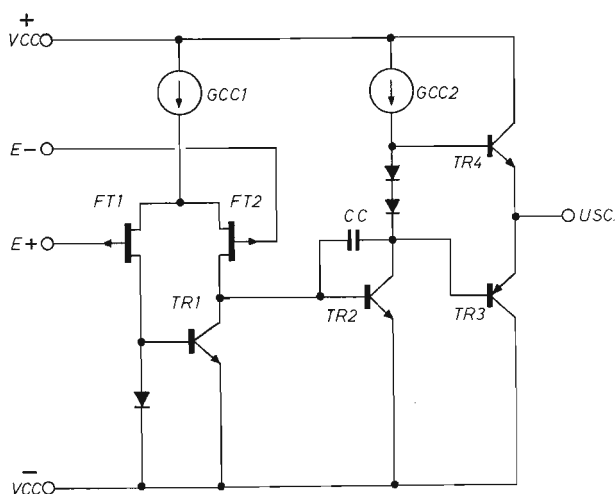
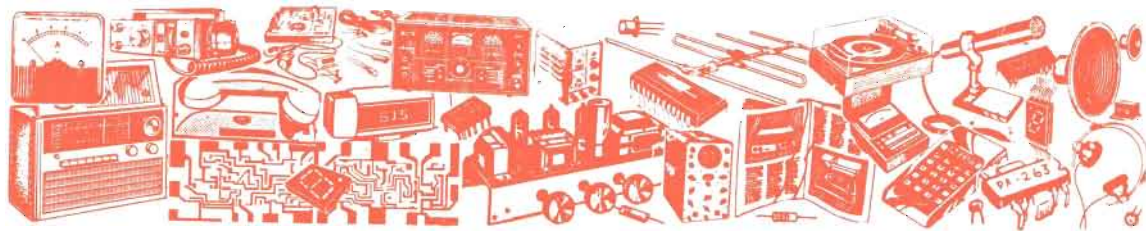



Fig. 13 - Schema semplificato di integrato operazionale bifet. Le sigle GCC1 e GCC2 identificano due generatori di corrente.

in serie da 9 V ciascuna, che possono essere sostituite pure con quattro pile piatte da 4,5 V da coloro che già hanno acquisito una buona pratica con questo tipo di collegamenti. Ad ogni modo, per i principianti ricordiamo che il piedino 1 dell'IC si trova da quella parte del componente in cui sono presenti degli elementi guida, come segnalato nello schema di figura 10. Per il diodo led DL, invece, la distinzione fra elettrodo di catodo e di anodo (a - k) appare facilitata dalla presenza di una piccola smussatura, sulla circonferenza di base del componente, in prossimità del conduttore di catodo (k). Per i due condensatori elettrolitici C2 - C3 il riconoscimento del conduttore positivo è agevolato dalla presenza di tante crocette impresse sul corpo del componente; a volte viene segnalata la posizione dell'elettrodo negativo per mezzo di tanti segni meno (— — —).

Il circuito sperimentale di figura 10 deve essere completato per mezzo dell'applicazione di un ponticello, rappresentato da uno spezzone di filo conduttore, ricoperto con guaina isolante e collegato fra uno dei due terminali del pulsante P1 e la pista di rame in cui è presente la tensione di + 9 V.

Concludiamo, a questo punto, la descrizione del montaggio sperimentale di figura 10 ricordando che per il condensatore C1 è consigliabile l'impiego di un modello "mylar", anche se un comune componente ceramico non compromette il funzionamento del dispositivo che, tuttavia, non può in questo caso disporre di quella carica abbondante e necessaria ad evidenziare il fenomeno della differenza dei valori di impedenza d'ingresso fra i due tipi di integrati operazionali semplici e bifet.

VENDITE ACQUISTI PERMUTE

Di questa Rubrica potranno avvalersi tutti quei lettori che sentiranno la necessità di offrire in vendita, ad altri lettori, componenti o apparati elettronici, oppure coloro che vorranno rendere pubblica una richiesta di acquisto od un'offerta di permuta.
Elettronica Pratica non assume alcuna responsabilità su eventuali contestazioni che potessero insorgere fra i signori lettori e sulla natura o veridicità del testo pubblicato. In ogni caso non verranno accettati e, ovviamente, pubblicati, annunci di carattere pubblicitario.
Coloro che vorranno servirsi di questa Rubrica, dovranno contenere il testo nei limiti di 40 parole, scrivendo molto chiaramente (possibilmente in stampatello).

VENDO Olivetti Prodest P.C. 1 HD con HD 20 Hb 640 Kb RAM monitor a colori 14" R6B drive 3 1/2. Importo trattabile.
FRANZI ALAN - Via Borromeo, 31 - 21059 VIGGIÙ (Varese) Tel. (0332) 488830 ore pasti

ESEGUO prototipi e piccole serie di circuiti stampati, laccati e forati a L. 50 cmq. Max serietà. Sistema fotoincisione. Inviare Master.
MASSIMO - MILAZZO - Via Vittorio Veneto, 106 - Tel. (0924) 230326 ore 13÷14.

VENDO, causa inutilizzo, TV a colori tascabile 2" della Casio (acquistata a ottobre 1991) + adattatore rete + adattatore auto. Il tutto a L. 220.000 o cambio con generatore di ritmi rap o scratch con effetti elettronici.
CASCIO FILIPPO - Residence Holiday casa B8 - Via Coorti Romane, 32 - 25019 COLOMBARE SIRMIONE (Brescia).

LASER HI POWER elio neon potenze da 15 a 50 mW vendo, completi di alimentatore a prezzi interessanti. Pochissimi pezzi nuovi completi di imballo e garanzia.
ANDREA - Tel. (051) 585392 ore pasti.

VENDO strumenti di misura professionali nuovissimi: oscillatore modulato, provatransistor e diodi, tester, provacircuiti completi di accessori + manuale uso + schema + custodia L. 800.000.
FALEO ANTONIO - V.le 24 Maggio, 98 - FOGGIA - Tel. (0881) 671719

CERCO amplificatore R.F. superiore a 4 W per mini trasmettitore FM 88÷108 MHz.
PERETTI DIEGO - Via Boves, 13 - 15100 ALESSANDRIA - Tel. (0131) 226017

IL SERVIZIO È COMPLETAMENTE GRATUITO

ACQUISTO vecchie radio anche non funzionanti però complete dei componenti antecedenti anni "50".
Tel. (0861) 88566 ore serali

CERCO radio Sony transoceaniche modelli CRF 330 - K e CRF 320 - K anni 1976 1977.
BOLZANI GIANFRANCO - Via Forze Armate, 41 A - 20147 MILANO - Tel. (02) 4076567 dopo ore 17,30

VENDO materiale nuovo anni 38/40, vecchie resistenze, condensatori, zoccoli vaschetta, octal, miniatura, rimlock, loctal, a 4 - 5 - 6 - 7 - 8 piedini, ceramici, cambi tensione, boccole, etc. Ricevitori FACE RM6, Philips 580 A, SAFAR 533, altri tipi e valvole; vendo copie manuali RX.
FLEBUS TULLIO - Via Mestre, 14 - 33100 UDINE Tel. (0432) 520151

VENDO gioco del tennis a pile L. 22.000; autoradio "INNO HIT" stereo, con lettore casset. Lire 75.000; metal-detector (cercametalli) completo di disco rivelatore e impugnatura in kit L. 100.000.
LUCIANO ALBERTI - Via Voltolina Mejo, 13 - 25124 BRESCIA

VENDO BC 611 originali USA, compro valvole rosse E1R, RTX PRC 9, apparecchi e componenti professionali Geloso, surplus italiano e tedesco, AR 18.
CIRCOLO CULTURALE LASER - Casella Postale, 62 - 41049 SASSUOLO (Modena)

VENDO Commodore 16 completo di corso; manuale rilegato, cassette, joystick, caricatore. In buone condizioni a L. 200.000.
VISONE GIOVANNI - V.le Mughetti, 34/C - 10151 TORINO Tel. (011) 737619

VENDO, causa nuovo acquisto Hard Disk IBM PS2 e compatibili 30Mb revisionato. Prezzo trattabile.
BERTOLINO CARLO - Via Milano, 175 - 13069 VIGLIANO BIELLESE (Vercelli) Tel. (015) 510564 ore ufficio

CAUSA inutilizzo vendo computer Olivetti Prodest PC128 con registratore incorporato + numerose cassette giochi + cassette di introduzione Basic. Il tutto in ottime condizioni ed al modico prezzo di L. 300.000
GIUSEPPE - Tel. (095) 317671 ore serali

PER I VOSTRI INSERTI

I signori lettori che intendono avvalersi della Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute » sono invitati ad utilizzare il presente tagliando.

TESTO (scrivere a macchina o in stampatello)

____

____

____

____

____

____

Inserite il tagliando in una busta e spedite a:

ELETTRONICA PRATICA

- Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute »
Via Zuretti, 52 - MILANO.

LA POSTA DEL LETTORE

Tutti possono scriverci, abbonati o no, rivolgendoci quesiti tecnici inerenti a vari argomenti presentati sulla rivista. Risponderemo nei limiti del possibile su questa rubrica, senza accordare preferenza a chicchessia, ma scegliendo, di volta in volta, quelle domande che ci saranno sembrate più interessanti. La regola ci vieta di rispondere privatamente o di inviare progetti esclusivamente concepiti ad uso di un solo lettore.

RECUPERO DI TRASFORMATORI

Frequentando spesso un magazzino di raccolta di materiali elettrici ed elettronici obsoleti o fuori uso, ho scorto fra questi una grande quantità di trasformatori di alimentazione, di cui molti, a detta del gestore aziendale, sono ancora funzionanti, ma sprovvisti di indicazioni tecniche. Esiste qualche sistema per caratterizzare elettricamente questi componenti?

GIACCONI MAURIZIO
Torino

L'argomento propostoci è troppo ampio per essere trattato in questa rubrica. Tuttavia, per la definizione delle grandezze tecniche più comuni, possiamo consigliare qualche regola di analisi e controllo. Prima di tutto si deve cercare di capire se si tratta di un vero trasformatore d'alimentazione o di una bobina multipla, tenendo conto che questa, generalmente, si identifica con un toroide a due avvolgimenti uguali, di solito montato nei filtri antidisturbo. Il trasformatore cui lei fa riferimento, invece, è avvolto su nucleo di ferro, composto da un certo numero di lamierini sovrapposti. E questo, anche se di produzione americana, ossia previsto per funzionare con tensione di rete a 60 Hz, può essere utilizzato, con tensioni d'ingresso più basse, nella misura del 20% circa, a 50 Hz. In ogni caso, il metodo di classificazione del trasformatore consiste nell'individuare dapprima, tramite l'ohmmetro commutato nelle basse portate, gli avvolgimenti separati, i loro terminali e le eventuali prese intermedie, valutando ovviamente i valori ohmmici crescenti. Poi si applica una tensione alternata a 50 Hz di pochi volt all'avvolgimento che presenta maggior resistenza. Quindi si misurano le tensioni sui terminali degli altri avvolgimenti. Ciò serve per individuare l'avvolgimento principale, che occupa la metà circa del volume complessivo degli avvolgimenti di filo di rame smaltato. A questo si applica, successivamente, una tensione alternata regolabile tramite reostato a filo e si misura la corrente assorbita. Si desume da un catalogo la potenza di un trasformatore delle stesse dimensioni fisiche di quello in esame, che viene espressa in VA e si aumenta la tensione fino a raggiungere tale prodotto, purché il trasformatore, dopo ventiquattro ore consecutive di assorbimento di corrente non si scaldi troppo. Altrimenti la potenza assorbita deve rimanere di grandezza inferiore a quella presunta. Le tensioni nominali degli altri avvolgimenti dovranno rivelarsi proporzionali alla prima, ma ciò è facilmente riscontrabile con il tester.

STABILIZZATORE A 12 Vcc

Mi trovo in possesso di un alimentatore che, in uscita, a vuoto, eroga la tensione di 18 Vcc. Dunque l'alimentatore di rete nonè stabilizzato. Cosa debbo fare per disporre di un atensione a 12 Vcc stabile con una corrente di 150 ÷ 200 µA max?

MARRA PAOLO
Cagliari

Ritenendo che si tratti di un alimentatore da parete, componga questp semplice dispositivo.

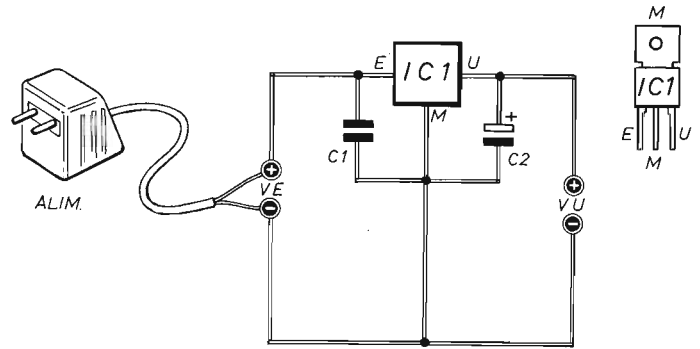
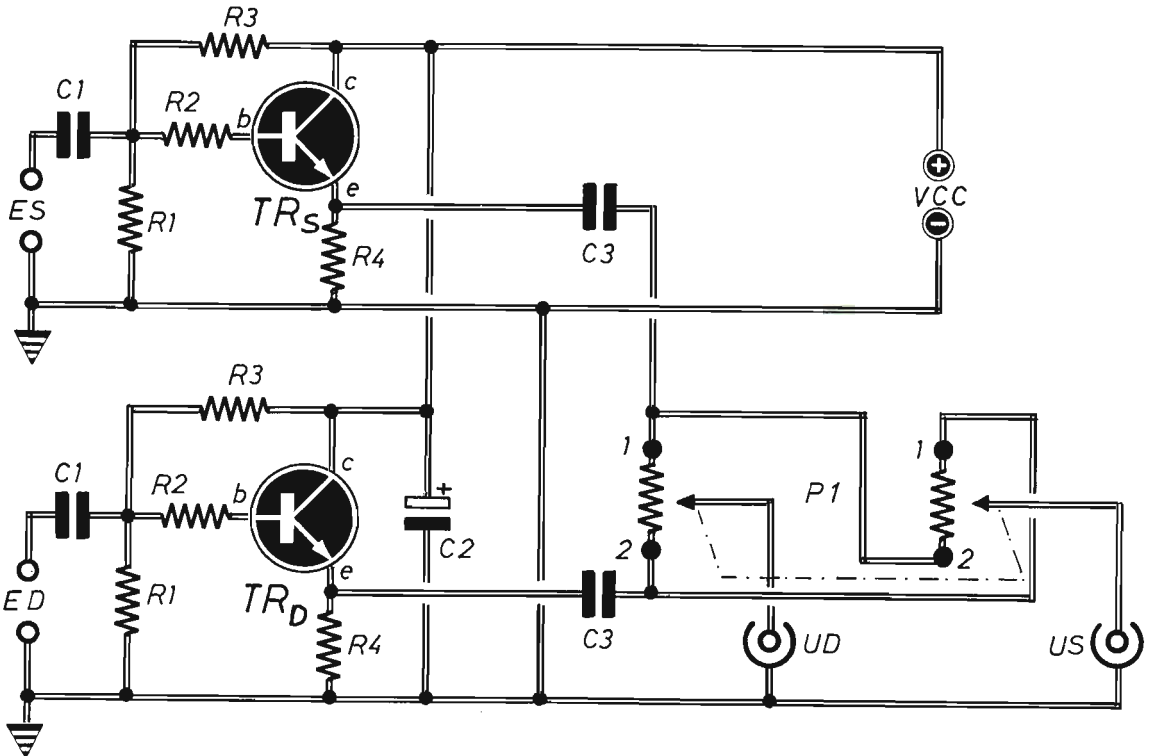
REGOLATORE STEREO

Vorrei poter regolare l'effetto stereo, commutandolo anche in mono o, addirittura invertendolo. Disponete di un dispositivo in grado di soddisfare tali esigenze?

GUZZETTI PIERLUIGI
Monza

La nostra risposta è affermativa e si identifica con il circuito qui pubblicato, nel quale le sigle ES - ED significano entrata sinistra e destra, mentre le UD - US segnalano le posizioni delle uscite dei canali destro e sinistro. Intervenendo sul potenziometro doppio, si ottiene l'effetto desiderato.

Condensatori
C1 = 1 µF (non polarizz.)
C2 = 100 µF - 25 VI (elettrolitico)
C3 = 1 µF (non polarizz.)
N.B. - Le sigle ripetute hanno lo stesso valore.

Resistenze
R1 = 270.000 ohm - 1/4 W
R2 = 1.000 ohm - 1/4 W
R3 = 220.000 ohm - 1/4 W
R4 = 4.700 ohm - 1/4 W
P1 = 100.000 ohm (potenz. lin. doppio)
N.B. - Le sigle ripetute hanno lo stesso valore.

C1 = 100.000 pF (ceramico)
C2 = 00 µF - 24 Vl (elettrolitico)
C1 = 7812 (integrato tabilizz.)

Varie
TR = BC108
TRd = BC108
VCC = 15 Vcc

FREQUENZE AD ONDA QUADRA

Per i miei esperimenti debbo convertire una tensione variabile fra 0 V e 10 V in altra con frequenza quadra di valore compreso fra 0 Hz e 10.000 Hz.

TONELLI BIAGIO
Alessandria

Con questo circuito, applicando il segnale in E, lei potrà disporre, in uscita U, delle frequenze citate. Con il trimmer R5 occorre tarare il dispositivo in modo che, con una tensione d'ingresso di 0 V, si ottenga una frequenza d'uscita di 0 Hz.

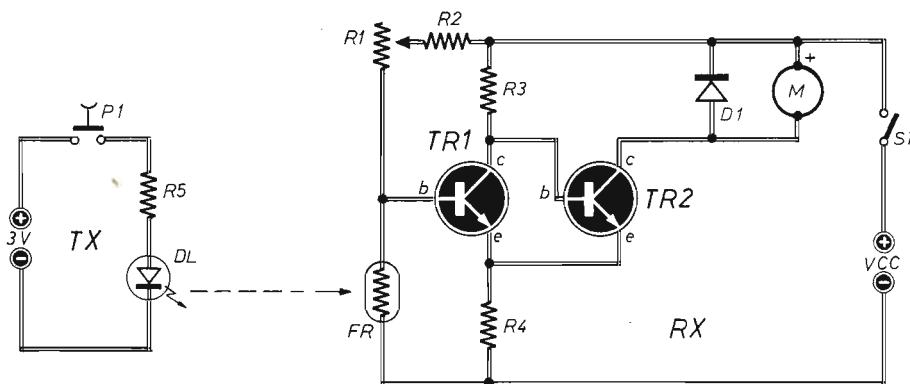
Condensatori
C1 = 10.000 pF
C2 = 100.000 pF
C3 = 10.000 pF
C4 = 1 µF (non polarizz.)

Resistenze
R1 = 100.000 ohm - 1/4 W
R2 = 6.800 ohm - 1/4 W
R3 = 100.000 ohm - 1/4 W
R4 = 12.000 ohm - 1/4 W
R5 = 5.000 ohm (trimmer)
R6 = 4.700 ohm - 1/4 W

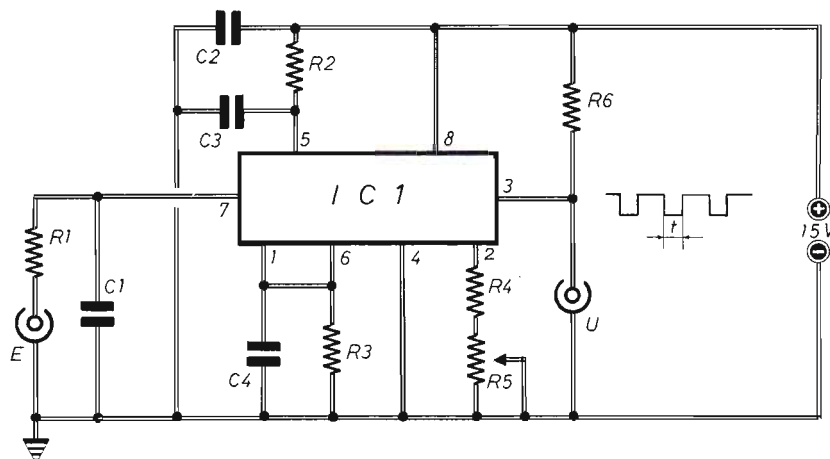
MOTORINO TELECOMANDATO

Per un mio plastico di ferromodellismo, vorrei realizzare un telecomando a raggi infrarossi, con cui pilotare un motorino in continua da 3 Vcc - 1 W.

LEONARDI GABRIELE
Teramo

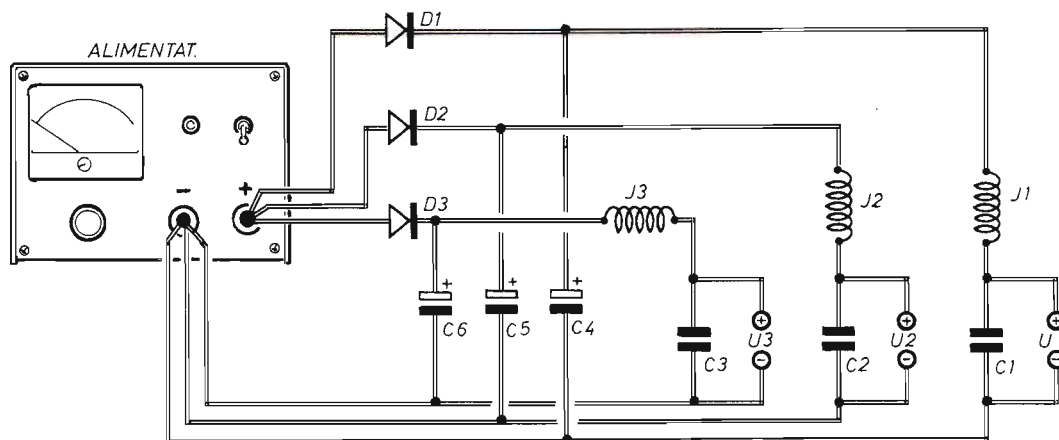
Con questo dispositivo lei potrà alimentare o interrompere l'alimentazione del motore M in ogni momento, purché la fotoresistenza FR rimanga al riparo da sorgenti di luce estranee.
Con TX è segnalato il trasmettitore, con RX il ricevitore.

RICEVITORE - RX
R1 = 10.000 ohm (trimmer reg. sens.)
R2 = 2.200 ohm - 1/4 W
R3 = 82 ohm - 1/2 W
R4 = 1 ohm - 1/4 W
D1 = 1N4004 (diodo al silicio)
TR1 = BC107
TR2 = 2N1711
M = motorino elettrico

FR = fotoresistenza (quals. modello)
S1 = interrutt.
VCC = 3 Vcc ÷ 6 Vcc

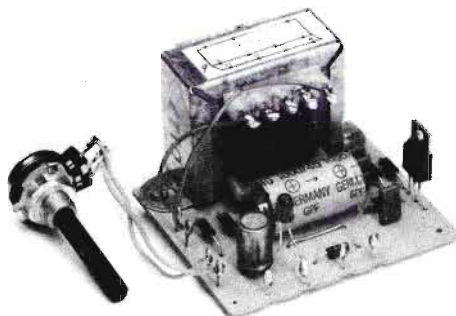
TRASMETTITORE - TX
P1 = puls. (normal. aperto)
DL = diodo emettitore all'infrarosso
R5 = 56 ohm - 1/4 W
ALIM. = 3 Vcc

Varie
ICI = 4151
ALIM. = 15 Vcc

TRIPLA ALIMENTAZIONE

Trovandomi in possesso di un alimentatore a 15 Vcc, che può erogare una corrente fino a 10 A, vorrei con questo alimentare contenporaneamente tre dispositivi: un radioricevitore, un ricetrasmettitore, ed un minitrapano per circuiti stampati. Come debbo comportarmi?

DELLERA SAVERIO
Novara

Condensatori
C1 = 200.000 pF (ceramico)
C2 = 200.000 pF (ceramico)
C3 = 200.000 pF (ceramico)
C4 = 100 µF - 24 Vl (elettrolitico)
C5 = 100 µF - 25 Vl (elettrolitico)
C6 = 100 µF - 24 Vl (elettrolitico)

Varie
D1 - D2 - D3 = diodi al silicio (100 V - 10 A)

J1 - J2 - J3 = imp. Rf (VK200)

ABACO PER OM

Vorrei conoscere un sistema rapido per stabilire quali corrispondenze intercorrono tra la frequenza, il diametro ed il guadagno nelle parabole attualmente utilizzate in veste di antenne per radioamatori di prima nomina.

LA PIRA ANDREA
Lucca

Faccia ricorso a questo abaco di facile impiego, nel quale la linea tratteggiata trasversale rappresenta un esempio di misura, sulla frequenza di 3.000 MHz, relativo ad una parabola del diametro di 1,8 metri (mt), il cui guadagno ammonta a 32 dB.

offerta speciale!

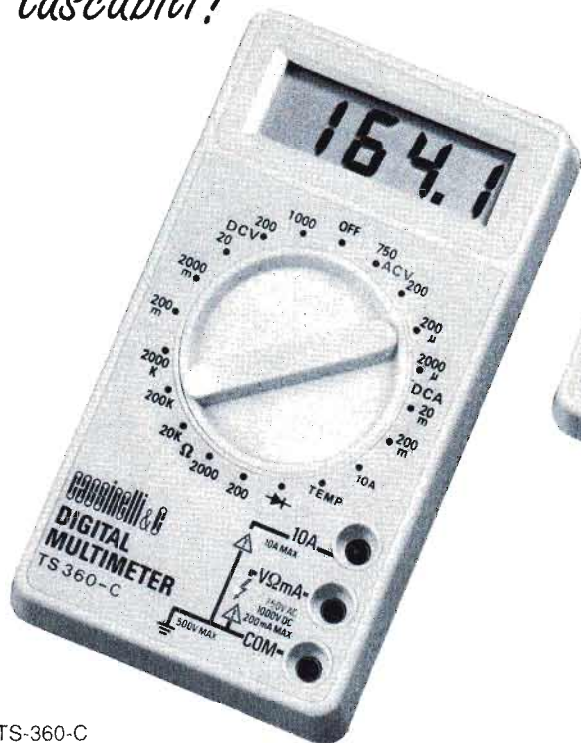
NUOVO PACCO DEL PRINCIPIANTE

Una collezione di dieci fascicoli arretrati accuratamente selezionati fra quelli che hanno riscosso il maggior successo nel tempo passato.

L. 21.000

Per agevolare l'opera di chi, per la prima volta è impegnato nella ricerca degli elementi didattici introduttivi di questa affascinante disciplina che è l'elettronica del tempo libero, abbiamo approntato un insieme di riviste che, acquistate separatamente verrebbero a costare L. 5.000 ciascuna, ma che in un blocco unico, anziché L. 57.000, si possono avere per sole L. 21.000.

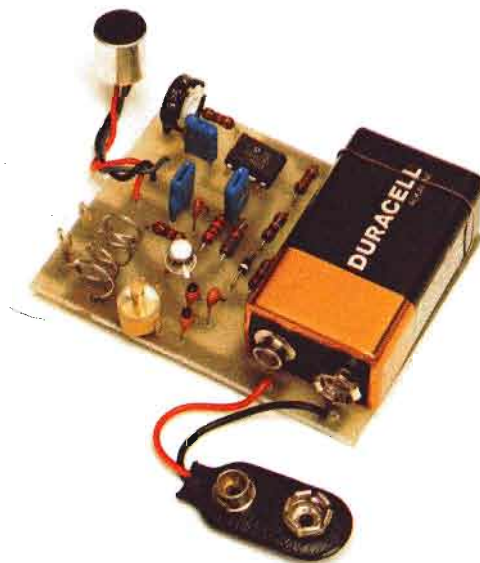
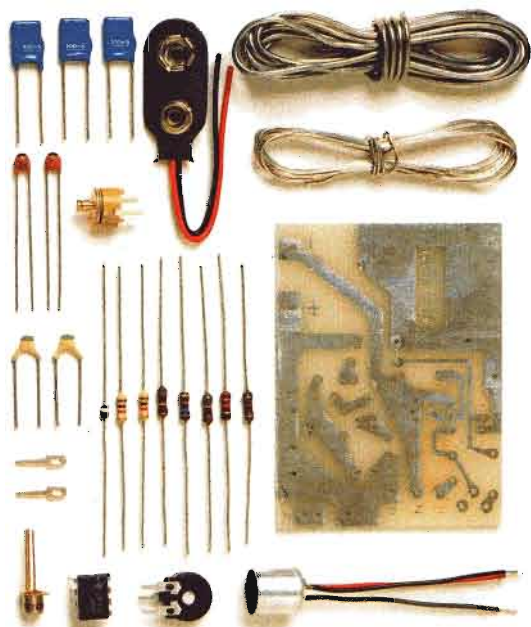
Richiedeteci oggi stesso il PACCO DEL PRINCIPIANTE inviando anticipatamente l'importo di L. 21.000 a mezzo vaglia postale, assegno o c.c.p. N. 916205, indirizzando a: ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

STRUMENTI DI MISURA

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

MICROTRASMETTITORE FM 52 MHz ÷ 158 MHz

IN SCATOLA DI MONTAGGIO

L. 24.000

Funziona anche senza antenna. È dotato di eccezionale sensibilità. Può fungere da radiomicrofono e microspia.

L'originalità di questo microtrasmettitore, di dimensioni tascabili, si ravvisa nella particolare estensione della gamma di emissione, che può uscire da quella commerciale, attualmente troppo affollata e priva di spazi liberi.

CARATTERISTICHE

EMISSIONE	: FM
GAMME DI LAVORO	: 52 MHz ÷ 158 MHz
ALIMENTAZIONE	: 9 Vcc ÷ 15 Vcc
ASSORBIMENTO	: 5 mA con alim. 9 Vcc
POTENZA D'USCITA	: 10 mW ÷ 50 mW
SENSIBILITÀ	: regolabile
BOBINE OSCILL.	: intercambiabili
DIMENSIONI	: 6,5 cm × 5 cm

La scatola di montaggio del microtrasmettitore, nella quale sono contenuti tutti gli elementi riprodotti qui sopra, costa L. 24.000. Per richiederla occorre inviare anticipatamente l'importo a mezzo vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n: 46013207 intestato a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.